



SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

2013-2015

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

SÉRIE RELATÓRIOS

2013-2015

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2013-2015
[recurso eletrônico] / CETESB ; Execução Rosângela Pacini Modesto... [et al.] ;
Colaboração Blas Marçal Sanchez...[et al.]. - - São Paulo : CETESB, 2016.

1 arquivo de texto (308 p.) : il. color., PDF ; 24 MB - - (Série Relatórios / CETESB,
ISSN 0103-4103)

Publicado anteriormente *in*: Relatório de qualidade ambiental do estado
de São Paulo.

Publicado anteriormente como: Relatório de qualidade das águas subterrâneas
do estado de São Paulo.

Publicado também em CD e impresso.

Disponível em:

<<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>.

1. Águas subterrâneas – poluição – controle 2. Águas subterrâneas – qualidade
3. Aquíferos 4. Poços tubulares 5. São Paulo (Est.) I. Título. II. Série.

CDD (21.ed. Esp.) 628.114 816 1

CDU (2.ed. port.) 502.175:556.388 (815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada - CRB 8.4422



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Governador Geraldo Alckmin

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Secretária Patrícia Faga Iglecias Lemos

CETESB – Companhia Ambiental do Estado do São Paulo

Diretor Presidente Otavio Okano

Diretor Vice-Presidente Otavio Okano
(em exercício)

Diretor de Gestão Corporativa Edson Tomaz de Lima Filho

Diretor de Engenharia e Carlos Roberto dos Santos
Qualidade Ambiental

Diretor de Controle de Aruntho Savastano Neto
Poluição Ambiental

Diretora de Avaliação de Ana Cristina Pasini da Costa
Impacto Ambiental

São Paulo

2016

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Carlos Roberto dos Santos

Departamento de Qualidade Ambiental

Eng. Carlos Komatsu

Divisão de Qualidade das Águas e do Solo

Eng. Nelson Menegon Jr.

Setor das Águas Subterrâneas e do Solo

Geóg. Rosângela Pacini Modesto

Execução

Geóg. Rosângela Pacini Modesto (Coord.)

Geól. Arthur Coculo Pavese

Arq. Fabiano Fernandes Toffoli

Geól. Geraldo Gilson de Camargo

Biól. Gisela Vianna Menezes

Est. Biól. Leticia Guardachoni Manoel

Biól. Mara Magalhães Gaeta Lemos

Eng. Quím. Marcia Sayuri Ohba

Téc. Adm. Marcos Lupertz Reis

Geóg. Marise Carrari Chamani

Eng. Agr. Paloma Ribeiro Bertoni

Biól. Paulo Fernando Rodrigues

Sec. Sonia Navarro

Est. Geóg. Thiago Esteves Nogueira

Colaboração

Eng. Blas Marçal Sanchez – DAEE/DRH

Farm. Bioq. Daniela Dayrell Franca - CETESB/ELTA

Quím. Gilson Alves Quinaglia – CETESB/ELTA

Eng. Gré de Araújo Lobo – DAEE/CTH

Est. Geól. Guilherme Foster de Oliveira – CETESB/EQAA

Geól. José Eduardo Campos – DAEE/DRH

Est. Eng. Luana Cibeles da Silva Carvalho - DAEE/DRH

Est. Geóg. João Paulo Lacorte Benvenuti - CETESB/EQAA

Eng. Stephanie Becker – DAEE/CTH

Est. Eng. Victor Mercurio R. Lopez - DAEE/DRH

Amostragem e Análises Laboratoriais

Divisão de Amostragem

Divisão de Laboratório de Campinas

Divisão de Laboratório de Cubatão

Divisão de Laboratório de Limeira

Divisão de Laboratório de Marília

Divisão de Laboratório de Ribeirão Preto

Divisão de Laboratório de Sorocaba

Divisão de Laboratório de Taubaté

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Setor de Análises Toxicológicas

Setor de Química Inorgânica

Setor de Química Orgânica

Setor de Serviços Administrativos e Documentação

Projeto Gráfico

Vera Severo

Editoração

Yelow Design

Produção Editorial e Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Av. Prof. Frederico Hermann Jr. 345 – Alto de Pinheiros Tel.: 3133.3000 – CEP 05489-900 – São Paulo – SP - Brasil

Concluído em maio/2016.

Este relatório está disponível também na página da CETESB: <http://www.cetesb.sp.gov.br>

Apresentação

A CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo mais uma vez cumpre o seu papel publicando os relatórios de qualidade ambiental. Estão disponíveis na página da CETESB na Internet os Relatórios de Qualidade do Ar, Qualidade das Praias Litorâneas, Qualidade das Águas Superficiais e Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. As informações que divulgamos nessas publicações são de extrema importância para o planejamento ambiental do estado. Neste ano, que se inicia a discussão do Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE), esse diagnóstico ambiental será essencial para definir as diretrizes de ordenamento e de gestão territorial, considerando as características ambientais das diferentes regiões.

O comprometimento das equipes da CETESB envolvidas nas atividades de obtenção, análise, monitoramento e interpretação dos dados de qualidade vem sendo reconhecido por entidades públicas e privadas, conferindo uma grande credibilidade às informações que são produzidas e divulgadas com absoluta transparência.

A situação econômica de 2015 que restringiu de maneira geral a atividade produtiva, também afetou a CETESB que teve, em parte, suas receitas diminuídas, entretanto, com dedicação e empenho, o corpo técnico conseguiu cumprir as metas estabelecidas. A Companhia trabalhou ativamente na otimização dos seus recursos para minimizar os prejuízos para o monitoramento ambiental. Além disso, a busca por novas fontes de investimentos também foi importante para superar os desafios de manter a maior rede de monitoramento ambiental do país no caminho da expansão.

Ao longo das últimas décadas o Estado de São Paulo enfrentou e continua enfrentando diversos desafios relativos ao meio ambiente e isso trouxe alguns deveres, principalmente no campo do monitoramento ambiental. Não há dúvidas de que, desde o início da operação das redes de monitoramento, a CETESB vem ampliando sua abrangência tanto territorialmente quanto em parâmetros avaliados. Assim é possível acompanhar e analisar, pelo histórico de informações e diagnósticos, a evolução nas áreas críticas ou sob pressão identificadas.

Certamente maiores desafios serão enfrentados em 2016 e os problemas serão superados com inovação e criatividade que são características do Estado de São Paulo. Desta forma a CETESB permanecerá contribuindo com toda sua competência técnica na proteção do meio ambiente.

Otávio Okano
Diretor Presidente

Listas

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1 – Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.	25
Figura 2.2.1 – Rede Piezométrica de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade no estado de São Paulo.	33
Figura 4.1.1 – Classificação das águas do SAB, segundo o Diagrama de Piper.	45
Figura 4.1.2 – Classificação das águas do SAB, segundo o Diagrama de Piper, considerando a presença de nitrato.	45
Figura 4.2.1 – Classificação das águas do Aquífero Serra Geral, segundo o Diagrama de Piper.	46
Figura 4.3.1 – Classificação das águas do SAG, segundo o Diagrama de Piper.	52
Figura 4.4.1 – Classificação das águas do SAT, segundo o Diagrama de Piper.	56
Figura 4.5.1 – Classificação das águas do Sistema Aquífero Pré-Cambriano, segundo o Diagrama de Piper.	60
Figura 4.6.1 – Classificação das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Taubaté, segundo o Diagrama de Piper.	64
Figura 4.7.1 – Classificação das águas subterrâneas do Sistema Aquífero São Paulo, segundo o Diagrama de Piper.	67
Figura 5.1 – Uso de águas subterrâneas para abastecimento público.	90
Figura 5.1.1 – Localização dos pontos de monitoramento das UGRHs 1 – Mantiqueira e 2 – Paraíba do Sul.	95
Figura 5.2.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 4 – Pardo.	107
Figura 5.3.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí.	115
Figura 5.4.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 6 – Alto Tietê.	125
Figura 5.5.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 8 – Sapucaí / Grande.	139
Figura 5.6.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 9 – Mogi Guaçu.	145
Figura 5.7.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 10 – Sorocaba / Médio Tietê.	151
Figura 5.8.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.	159
Figura 5.9.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 12 – Baixo Pardo / Grande.	171
Figura 5.10.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 13 – Tietê/Jacaré.	175
Figura 5.11.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 14 – Alto Paranapanema.	181
Figura 5.12.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 15 – Turvo/Grande.	187
Figura 5.13.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 16 – Tietê / Batalha.	197
Figura 5.14.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 17 – Médio Paranapanema.	203
Figura 5.15.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 18 – São José dos Dourados.	209
Figura 5.16.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 19 – Baixo Tietê.	221
Figura 5.17.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 20 – Aguapeí.	231
Figura 5.18.1 – Localização dos pontos de monitoramento na UGRH 21 – Peixe.	241
Figura 5.19.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRH 22 – Pontal do Paranapanema.	251
Figura 6.2.1 – Piezômetros e postos pluviométricos selecionados para as correlações entre as precipitações e a recarga dos aquíferos Bauru e Guarani.	269

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1.1 – Evolução do número de pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.....	22
Gráfico 2.1.2 – Evolução do número de pontos monitorados por UGRHI no triênio 2013-2015.....	23
Gráfico 2.1.3 – Número de pontos monitorados por Sistema Aquífero – 2015.....	23
Gráfico 4.8.1 – <i>Box-and-whisker</i> para nitrogênio nitrato no período de 2013 a 2015.	83
Gráfico 4.8.2 – <i>Box-and-whisker</i> para pH no período de 2013 a 2015.	83
Gráfico 4.8.3 – <i>Box-and-whisker</i> para condutividade elétrica no período de 2013 a 2015.	83
Gráfico 4.8.4 – <i>Box-and-whisker</i> para dureza total no período de 2013 a 2015.	84
Gráfico 4.8.5 – <i>Box-and-whisker</i> para cloreto total no período de 2013 a 2015.	84
Gráfico 4.8.6 – <i>Box-and-whisker</i> para magnésio total no período de 2013 a 2015.	84
Gráfico 4.8.7 – <i>Box-and-whisker</i> para potássio total no período de 2013 a 2015.	85
Gráfico 4.8.8 – <i>Box-and-whisker</i> para sódio total no período de 2013 a 2015.....	85
Gráfico 4.8.9 – <i>Box-and-whisker</i> para alumínio total no período de 2013 a 2015.....	85
Gráfico 4.8.10 – <i>Box-and-whisker</i> para ferro total no período de 2013 a 2015.	86
Gráfico 4.8.11 – <i>Box-and-whisker</i> para manganês total no período de 2013 a 2015.....	86
Gráfico 4.8.12 – <i>Box-and-whisker</i> para bário total no período de 2013 a 2015.....	86
Gráfico 4.8.13 – <i>Box-and-whisker</i> para cromo total no período de 2013 a 2015.	87
Gráfico 4.8.14 – <i>Box-and-whisker</i> para estrôncio total no período de 2013 a 2015.....	87
Gráfico 4.8.15 – <i>Box-and-whisker</i> para vanádio total no período de 2013 a 2015.	87
Gráfico 5.1.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano.	99
Gráfico 5.1.2 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano.....	99
Gráfico 5.1.3 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano.	100
Gráfico 5.1.4 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano.....	100
Gráfico 5.1.5 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0344P – Igaratá, Aquífero Pré-Cambriano.	101
Gráfico 5.1.6 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TA189P – Guararema, Aquífero Taubaté.	103
Gráfico 5.2.1 – Série histórica dos resultados de alumínio no ponto GU0134P – São Simão, no Aquífero Guarani.....	110
Gráfico 5.2.2 – Série histórica dos resultados de manganês no ponto GU0134P – São Simão, no Aquífero Guarani.	110
Gráfico 5.3.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0345P – Ipuéva, no Aquífero Pré-Cambriano.	118
Gráfico 5.3.2 – Série histórica dos resultados para fluoreto no ponto PC0278P – Santo Antônio de Posse, no Aquífero Pré-Cambriano.....	118
Gráfico 5.3.3 – Série histórica dos resultados para manganês no ponto PC0036P – Elias Fausto, no Aquífero Tubarão.	119
Gráfico 5.4.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano.	129
Gráfico 5.4.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano.....	129
Gráfico 5.4.3 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano.....	130
Gráfico 5.4.4 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0299P – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano.	130
Gráfico 5.4.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0300P – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano.	131
Gráfico 5.4.6 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.	131
Gráfico 5.4.7 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.	132
Gráfico 5.4.8 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.....	132
Gráfico 5.4.9 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.	133
Gráfico 5.4.10 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.....	133
Gráfico 5.4.11 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo.....	135
Gráfico 5.4.12 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo.	135
Gráfico 5.4.13 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto SP0170P – Guarulhos, Aquífero São Paulo.	136
Gráfico 5.6.1 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0267P – Pirassununga, Aquífero Tubarão.....	148
Gráfico 5.7.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0099P – Piedade, Aquífero Pré-Cambriano.....	154
Gráfico 5.7.2 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TU0025P – Capela do Alto, Aquífero Tubarão.....	154

Gráfico 5.7.3 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão.....	155
Gráfico 5.7.4 – Série histórica das concentrações de sódio no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão.	155
Gráfico 5.8.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0243P – Eldorado, no Aquífero Pré-Cambriano.	163
Gráfico 5.8.2 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0257P – Miracatu, no Aquífero Pré-Cambriano.	163
Gráfico 5.8.3 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0257P – Miracatu, no Aquífero Pré-Cambriano.	164
Gráfico 5.8.4 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0257P – Miracatu, no Aquífero Pré-Cambriano.....	164
Gráfico 5.8.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0282P – Sete Barras, no Aquífero Pré-Cambriano.....	165
Gráfico 5.8.6 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0282P – Sete Barras, no Aquífero Pré-Cambriano.	165
Gráfico 5.10.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto GU0111P – Ribeirão Bonito, Aquífero Guarani.	178
Gráfico 5.10.2 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0232P – Bauru, Aquífero Bauru.	178
Gráfico 5.11.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0055P – Itapetininga, Aquífero Tubarão.	183
Gráfico 5.12.1 – Série histórica das concentrações de selênio no ponto GU0202P – São José do Rio Preto, Aquífero Guarani.	191
Gráfico 5.12.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0078P – Nova Granada, Aquífero Bauru.....	192
Gráfico 5.12.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0265P – Palestina, Aquífero Bauru.....	192
Gráfico 5.12.4 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 15 – Turvo/Grande.	193
Gráfico 5.13.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0103P – Potirendaba, Aquífero Bauru.	199
Gráfico 5.13.2 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 16.....	200
Gráfico 5.14.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0225P – Gália, Aquífero Bauru.	206
Gráfico 5.14.2 – Série histórica das concentrações de selênio no ponto SG0321P – Assis, Aquífero Serra Geral.....	206
Gráfico 5.15.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0007P – Aparecida d'Oeste, Aquífero Bauru.....	212
Gráfico 5.15.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0059P – Jales, Aquífero Bauru.	213
Gráfico 5.15.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0325P – Pontalinda, Aquífero Bauru.	213
Gráfico 5.15.4 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0277P – Santana da Ponte Pensa, Aquífero Bauru.....	214
Gráfico 5.15.5 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0291P – São Francisco, Aquífero Bauru.	214
Gráfico 5.15.6 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0125P – São João das Duas Pontes, Aquífero Bauru.	215
Gráfico 5.15.7 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0026P – Dirce Reis, Aquífero Bauru.	215
Gráfico 5.15.8 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0293P – Guzelândia, Aquífero Bauru.	216
Gráfico 5.15.9 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0026P – Dirce Reis, Aquífero Bauru.	216
Gráfico 5.15.10 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0046P – Guzelândia, Aquífero Bauru.....	217
Gráfico 5.15.11 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 18.	217
Gráfico 5.15.12 – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 18.....	218
Gráfico 5.16.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0141P – Sud Menucci, Aquífero Bauru.	224
Gráfico 5.16.2 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto SG0303P – Auriflama, Aquífero Serra Geral.....	224
Gráfico 5.16.3 – Série histórica das concentrações de sódio no ponto SG0303P – Auriflama, Aquífero Serra Geral.	225
Gráfico 5.16.4 – Série histórica das concentrações de sulfato no ponto SG0303P – Auriflama, Aquífero Serra Geral.	225
Gráfico 5.16.5 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0006P – Andradina, Aquífero Bauru.	226
Gráfico 5.16.6 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 19.....	227
Gráfico 5.16.7 – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 19.....	227
Gráfico 5.17.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0211P – Pompéia, no Aquífero Bauru.	234
Gráfico 5.17.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru.....	234
Gráfico 5.17.3 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru.	235
Gráfico 5.17.4 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA028P – Clementina, Aquífero Bauru.....	235
Gráfico 5.17.5 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0090P – Parapuã, Aquífero Bauru.....	236
Gráfico 5.17.6 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0146P – Tupã, Aquífero Bauru.....	236
Gráfico 5.17.7 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 20 – Aguapeí.	237

Gráfico 5.17.8 – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 20.....	237
Gráfico 5.18.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0289P – Oriente, Aquífero Bauru.	244
Gráfico 5.18.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0002P – Alfredo Marcondes, Aquífero Bauru.	245
Gráfico 5.18.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0158P – Álvares Machado, Aquífero Bauru.	245
Gráfico 5.18.4 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0022P – Caiabu, Aquífero Bauru.	246
Gráfico 5.18.5 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0040P – Flórida Paulista, Aquífero Bauru.	246
Gráfico 5.18.6 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0040P – Flórida Paulista, Aquífero Bauru.	247
Gráfico 5.18.7 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0052P – Inúbia Paulista, Aquífero Bauru.	247
Gráfico 5.18.8 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 21.	248
Gráfico 5.18.9 – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 21.....	248
Gráfico 6.1.1 – <i>Box-and-whisker</i> para condutividade elétrica – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	258
Gráfico 6.1.2 – <i>Box-and-whisker</i> para dureza total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	258
Gráfico 6.1.3 – <i>Box-and-whisker</i> para magnésio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	258
Gráfico 6.1.4 – <i>Box-and-whisker</i> para potássio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	259
Gráfico 6.1.5 – <i>Box-and-whisker</i> para sódio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	259
Gráfico 6.1.6 – <i>Box-and-whisker</i> para bário total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	260
Gráfico 6.1.7 – <i>Box-and-whisker</i> para chumbo total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	260
Gráfico 6.1.8 – <i>Box-and-whisker</i> para cromo total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	260
Gráfico 6.1.9 – <i>Box-and-whisker</i> para estrôncio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	261
Gráfico 6.1.10 – <i>Box-and-whisker</i> para ferro total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	261
Gráfico 6.1.11 – <i>Box-and-whisker</i> para manganês total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	261
Gráfico 6.1.12 – <i>Box-and-whisker</i> para vanádio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	262
Gráfico 6.1.13 – <i>Box-and-whisker</i> para nitrogênio nitrato – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.	262
Gráfico 6.1.14 – Correlação entre nitrato e cloreto nas amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2013 a 2015.	263
Gráfico 6.2.1 – Variação do Aquífero Bauru (freático) em Barretos em função da pluviometria.	271
Gráfico 6.2.2 – Variação do Aquífero Bauru freático no município de Vista Alegre em função da pluviometria.	272
Gráfico 6.2.3 – Variação do Aquífero Guarani (freático) no município de Ribeirão Bonito, em função da pluviometria.	272
Gráfico 6.2.4 – Variação do Aquífero Guarani (freático) no município de Analândia, em função da pluviometria.	273
Gráfico 7.2.1 – Distribuição percentual dos poços do SAB segundo classes de concentração de nitrato, no período de 2001 a 2015.	285
Gráfico 7.2.2 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru, no período de 2001 a 2015.	285
Gráfico 7.2.3 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Pré-Cambriano, no período de 2001 a 2015.	287
Gráfico 7.2.4 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Serra Geral, no período de 2001 a 2015.	287
Gráfico 7.2.5 – Série histórica do percentual de poços do Aquífero Serra Geral, segundo as concentrações de nitrato, no período de 2001 a 2015.	288

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1.2 – Estrutura do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas.....	24
Tabela 2.2.1 – Rede Piezométrica Integrada DAEE-CETESB em São Paulo.....	29
Tabela 2.2.2 – Rede Piezométrica da CPRM no estado de São Paulo.....	31
Tabela 3.2.1 – Valores de Referência de Qualidade – VRQ das águas subterrâneas no estado de São Paulo.....	38
Tabela 3.2.2 – Proposta de Valores de Referência de Qualidade das Águas Subterrâneas.....	39
Tabela 4.1.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAB no período 2013 a 2015 - parte 1.....	42
Tabela 4.1.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAB no período 2013 a 2015 - parte 2.....	43
Tabela 4.2.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no período 2013 a 2015 - parte 1.....	47
Tabela 4.2.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no período 2013 a 2015 - parte 2.....	48
Tabela 4.3.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAG, no período de 2013 a 2015 - parte 1.....	50
Tabela 4.3.2b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAG, no período de 2013 a 2015 - parte 2.....	51
Tabela 4.4.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Tubarão no período 2013 a 2015 - parte 1.....	54
Tabela 4.4.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Tubarão no período 2013 a 2015 - parte 2.....	55
Tabela 4.5.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Sistema Aquífero Pré-Cambriano no período 2013 a 2015 - parte 1.....	58
Tabela 4.5.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Sistema Aquífero Pré-Cambriano no período 2013 a 2015 - parte 2.....	59
Tabela 4.6.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Taubaté no período 2013 a 2015 - parte 1.....	62
Tabela 4.6.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Taubaté no período 2013 a 2015 - parte 2.....	63
Tabela 4.7.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero São Paulo no período 2013 a 2015 - parte 1.....	65
Tabela 4.7.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero São Paulo no período 2013 a 2015 - parte 2.....	66
Tabela 4.8.1a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.....	68
Tabela 4.8.1b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.....	69
Tabela 4.8.2a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Serra Geral por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.....	70
Tabela 4.8.2b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Serra Geral por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.....	71
Tabela 4.8.3a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.....	72
Tabela 4.8.3b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.....	73
Tabela 4.8.4a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Tubarão por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.....	74
Tabela 4.8.4b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Tubarão por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.....	75
Tabela 4.8.5a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Pré-Cambriano por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.....	76
Tabela 4.8.5b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Pré-Cambriano por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.....	77
Tabela 4.8.6a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Taubaté por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.....	78
Tabela 4.8.6b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Taubaté por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.....	79
Tabela 4.8.7a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero São Paulo por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.....	80
Tabela 4.8.7b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero São Paulo por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.....	81
Tabela 5.1.1 – Características da UGRHI 1 – Mantiqueira.....	91
Tabela 5.1.2 – Características da UGRHI 2 – Paraíba do Sul.....	92
Tabela 5.1.3 – Pontos de monitoramento das UGRHI 1 e 2 – Mantiqueira e Paraíba do Sul.....	93
Tabela 5.1.4 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 1 – Mantiqueira - período 2013 a 2015.....	97
Tabela 5.1.5 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 2 – Paraíba do Sul - período 2013 a 2015.....	97
Tabela 5.1.6 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Taubaté na UGRHI 2 – Paraíba do Sul - período 2013 a 2015.....	102
Tabela 5.2.1 – Características da UGRHI 4 – Pardo.....	105
Tabela 5.2.2 – Pontos de monitoramento na UGRHI 4 – Pardo.....	106
Tabela 5.2.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Guarani na UGRHI 4 – Pardo.....	109
Tabela 5.2.4 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 4 – Pardo.....	111
Tabela 5.2.5 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 4 – Pardo.....	111
Tabela 5.2.6 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Tubarão, na UGRHI 4 – Pardo.....	111
Tabela 5.3.1 – Características da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.....	113

Tabela 5.3.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.	114
Tabela 5.3.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Passa Dois na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2012-2015.	117
Tabela 5.3.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.	117
Tabela 5.3.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.	119
Tabela 5.4.1 – Características da UGRHI 6 – Alto Tietê.	121
Tabela 5.4.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê.	122
Tabela 5.4.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 6 – Alto Tietê.	127
Tabela 5.4.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero São Paulo, na UGRHI 6 – Alto Tietê.	134
Tabela 5.4.5 – Substâncias Orgânicas Voláteis detectadas no triênio 2013-2015.	136
Tabela 5.5.1 – Características da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.	137
Tabela 5.5.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.	138
Tabela 5.5.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.	141
Tabela 5.5.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.	141
Tabela 5.6.1 – Características da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	143
Tabela 5.6.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	144
Tabela 5.6.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	147
Tabela 5.6.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	147
Tabela 5.6.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Passa Dois na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	147
Tabela 5.6.6 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	147
Tabela 5.6.7 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	148
Tabela 5.6.8 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.	148
Tabela 5.7.1 – Características da UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.	149
Tabela 5.7.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.	150
Tabela 5.7.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Passa Dois na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.	153
Tabela 5.7.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.	153
Tabela 5.7.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.	153
Tabela 5.8.1 – Características da UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.	157
Tabela 5.8.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.	158
Tabela 5.8.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.	161
Tabela 5.9.1 – Características da UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.	167
Tabela 5.9.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.	168
Tabela 5.9.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.	169
Tabela 5.9.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.	169
Tabela 5.10.1 – Características da UGRHI 13 – Tietê / Jacaré.	173
Tabela 5.10.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.	174
Tabela 5.10.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.	177
Tabela 5.10.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.	177
Tabela 5.11.1 – Características da UGRHI 14 – Alto Paranapanema.	179
Tabela 5.11.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.	180
Tabela 5.11.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.	183
Tabela 5.11.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.	183
Tabela 5.12.1 – Características da UGRHI 15 – Turvo / Grande.	185
Tabela 5.12.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 15 – Turvo/Grande.	186
Tabela 5.12.3 – Desconformidades da qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, no Aquífero Bauru.	189
Tabela 5.12.4 – Desconformidades da qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, no Aquífero Guarani.	190
Tabela 5.12.5 – Desconformidades da qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, no Aquífero Serra Geral.	190
Tabela 5.13.1 – Características da UGRHI 16 – Tietê / Batalha.	195
Tabela 5.13.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 16 – Tietê / Batalha.	196

Tabela 5.13.3 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Bauru da UGRHI 16 Tiête/Batalha.....	199
Tabela 5.14.1 – Características da UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	201
Tabela 5.14.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	202
Tabela 5.14.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	205
Tabela 5.14.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	205
Tabela 5.14.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	205
Tabela 5.15.1 – Características da UGRHI 18 – São José dos Dourados.....	207
Tabela 5.15.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 18 – São José dos Dourados.....	208
Tabela 5.15.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 18 – São José dos Dourados.....	211
Tabela 5.16.1 – Características da UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	219
Tabela 5.16.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	220
Tabela 5.16.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	223
Tabela 5.16.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	223
Tabela 5.17.1 – Características da UGRHI 20 – Aguapeí.....	229
Tabela 5.17.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 20 – Aguapeí.....	230
Tabela 5.17.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 20 – Aguapeí.....	233
Tabela 5.17.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 20 – Aguapeí.....	233
Tabela 5.18.1 – Características da UGRHI 21 – Peixe.....	239
Tabela 5.18.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 21 – Peixe.....	240
Tabela 5.18.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 21 – Peixe.....	243
Tabela 5.19.1 – Características da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	249
Tabela 5.19.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	250
Tabela 5.19.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	250
Tabela 6.1.1 – SAB - Pontos de monitoramento de qualidade da Rede Integrada no período 2013 a 2015.....	253
Tabela 6.1.2 – SAG - Pontos de monitoramento de qualidade da Rede Integrada no período 2013 a 2015.....	254
Tabela 6.1.3a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.....	254
Tabela 6.1.3b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.....	255
Tabela 6.1.4a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.....	256
Tabela 6.1.4b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.....	257
Tabela 6.1.5a – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.....	264
Tabela 6.1.5b – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.....	265
Tabela 6.1.6a – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.....	266
Tabela 6.1.6b – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.....	267
Tabela 7.1.1 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por UGRHI.....	278
Tabela 7.1.2 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por Aquífero.....	279
Tabela 7.2.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L ⁻¹) ou do valor máximo permitido (10 mg N L ⁻¹) no período de 2004 a 2015 (continua).....	283
Tabela 7.3.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de cromo acima do valor máximo permitido (50 µg L ⁻¹), no período de 2004 a 2015.....	290
Tabela A1.1 – Pontos monitorados para os parâmetros de compostos orgânicos voláteis – VOC.....	301
Tabela A1.2 – Limites de quantificação praticados no triênio 2013-2015.....	302
Tabela A2.1 – Agrotóxicos monitorados nos pontos da Rede de Qualidade das Águas Subterrâneas.....	303
Tabela A2.2 – Agrotóxicos monitorados nos pontos da Rede Integrada Qualidade-Quantidade.....	305
Tabela A3.1 – Metodologias analíticas utilizadas no monitoramento de qualidade de água subterrânea.....	307

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABAS –	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ATSDR –	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
ABNT –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA –	Agência Nacional de Águas
CETESB –	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CNRH –	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CRH –	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CONAMA –	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM –	Serviço Geológico do Brasil (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)
DAEE –	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EMBRAPA –	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
IBGE –	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG –	Instituto Geológico
IPT –	Instituto de Pesquisas Técnicas
LQ –	Limite de Quantificação
MMA –	Ministério do Meio Ambiente
MS –	Ministério da Saúde
OMS –	Organização Mundial de Saúde
P –	Poço tubular
PM –	Prefeitura Municipal
PERH –	Plano Estadual de Recursos Hídricos
RMSP –	Região Metropolitana de São Paulo
SABESP –	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAB –	Sistema Aquífero Bauru
SAC –	Sistema Aquífero Cristalino (Pré-Cambriano)
SAG –	Sistema Aquífero Guarani
SASP –	Sistema Aquífero São Paulo
SAT –	Sistema Aquífero Tubarão
SATA –	Sistema Aquífero Taubaté
SEADE –	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SMA –	Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo
UFC –	Unidade Formadora de Colônias
UGRHI –	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USEPA –	Environmental Protection Agency of United States
VI –	Valor de Intervenção
VMP –	Valor Máximo Permitido
VOCs –	Compostos Orgânicos Voláteis
VP –	Valor de Prevenção
VRQ –	Valor de Referência de Qualidade
WHO –	World Health Organization

Sumário

1 • INTRODUÇÃO	17
2 • REDES DE MONITORAMENTO	21
2.1 Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.....	21
2.1.1 Estrutura da Rede	24
2.1.2 Seleção dos Pontos de Amostragem	27
2.1.3 Tratamento dos Dados	27
2.2 Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas.....	29
3 • PARÂMETROS, PADRÕES E ÍNDICES	35
3.1 Parâmetros de qualidade das águas subterrâneas.....	35
3.2 Padrões de Qualidade.....	36
3.3 Indicadores.....	39
4 • QUALIDADE DOS AQUIFÉROS	41
4.1 Sistema Aquífero Bauru	41
4.2 Aquífero Serra Geral	46
4.3 Sistema Aquífero Guarani	49
4.4 Sistema Aquífero Tubarão	53
4.5 Sistema Aquífero Pré-Cambriano.....	57
4.6 Sistema Aquífero Taubaté	61
4.7 Sistema Aquífero São Paulo	65
4.8 Evolução da qualidade dos aquíferos.....	68
5 • QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	89
5.1 UGRHI 1 - Mantiqueira e UGRHI 2 - Paraíba do Sul	91
5.2 UGRHI 4 – Pardo	105
5.3 UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....	113
5.4 UGRHI 6 – Alto Tietê	121
5.5 UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.....	137
5.6 UGRHI 9 – Mogi Guaçu	143
5.7 UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.....	149
5.8 UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul	157
5.9 UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande	167
5.10 UGRHI 13 – Tietê / Jacaré.....	173
5.11 UGRHI 14 – Alto Paranapanema.....	179
5.12 UGRHI 15 – Turvo / Grande	185
5.13 UGRHI 16 – Tietê/Batalha.....	195
5.14 UGRHI 17 – Médio Paranapanema	201
5.15 UGRHI 18 – São José dos Dourados	207
5.16 UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	219
5.17 UGRHI 20 – Aguapeí	229
5.18 UGRHI 21 – Peixe.....	239
5.19 UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	249

6 • MONITORAMENTO INTEGRADO DE QUALIDADE E QUANTIDADE	253
6.1 Aspectos da Qualidade	253
6.2 Aspectos da Quantidade	268
7 • SÍNTESE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO	275
7.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas	277
7.2 Nitrato	281
7.3 Crômio	289
7.4 Atividade estrogênica	291
7.5 Considerações Finais.....	292
REFERÊNCIAS	295
ANEXOS	301
Anexo 1 – Substâncias Orgânicas Voláteis Monitoradas	301
Anexo 2 – Agrotóxicos Monitorados e Atividade Estrogênica	303
Anexo 3 – Metodologias Analíticas	307

1 • Introdução

A CETESB realiza o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas de modo sistemático desde 1990, quando foi estruturada a rede estadual composta por poços tubulares utilizados para o abastecimento público de água.

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo é uma exigência legal atribuída à CETESB, desde os anos 1970. Os primeiros estudos sobre a poluição das águas subterrâneas foram estruturados com base em dados disponíveis nos cadastros da CETESB e do DAEE (CETESB, 1977).

O monitoramento de qualidade visa atender os seguintes objetivos: caracterizar as águas subterrâneas brutas; estabelecer Valores de Referência de Qualidade – VRQ para cada substância de interesse, por Aquífero; avaliar as tendências das concentrações das substâncias monitoradas, em períodos de 10 anos; identificar áreas com alterações de qualidade; subsidiar as ações de prevenção e controle da poluição do solo e da água subterrânea, junto às Agências Ambientais; avaliar a eficácia dessas ações ao longo do tempo; subsidiar as ações de gestão da qualidade do recurso hídrico subterrâneo junto aos Comitês de Bacia Hidrográficas – CBHs; e subsidiar a classificação dos aquíferos, visando seu enquadramento, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/06.

O primeiro relatório da série foi publicado em 1996 com os resultados das campanhas realizadas de 1990 a 1994. O monitoramento das águas subterrâneas mostrou variações pouco significativas na maioria dos parâmetros analisados. A contaminação microbiológica foi verificada principalmente em poços do Sistema Aquífero Bauru – SAB; e as concentrações de nitrato acima de $2,5 \text{ mg N L}^{-1}$ em alguns poços do SAB e Sistema Aquífero Guarani – SAG, mostrando indícios de alteração da qualidade da água em função de atividade antrópica (CETESB, 1996).

O relatório do período 1990-1997 apontou que 72% dos municípios do estado de São Paulo eram abastecidos total ou parcialmente por água subterrânea, atendendo a uma população estimada de 5.500.000 pessoas. O monitoramento constatou contaminação das águas por nitrato, potássio, cromo total e parâmetros microbiológicos em 15% dos poços (21), principalmente no SAB (CETESB, 1998).

Para avaliação da qualidade das águas no período de 1998 a 2000 adotou-se a análise estatística que, considerando a amplitude de variação dos resultados das concentrações das substâncias analisadas, definiu o 3º quartil como valor representativo da qualidade das águas subterrâneas, por Sistema Aquífero. O aumento da contaminação de nitrato e cromo, principalmente no SAB, foi verificado no período (CETESB, 2001).

No período de 2001 a 2003, os resultados analíticos mostraram boa qualidade das águas subterrâneas para consumo humano, ainda que a contaminação do SAB por nitrato e cromo se mantivesse e também tivessem sido observadas elevadas concentrações de bário em alguns pontos (CETESB, 2004).

No triênio 2004-2006, o uso parcial ou exclusivo da água subterrânea para abastecimento público ocorria em 80% dos municípios do estado de São Paulo. O monitoramento mostrou que houve pouca alteração na qualidade das águas subterrâneas, que continuaram a apresentar boa qualidade para o consumo humano. Os desvios em relação ao padrão de potabilidade foram constatados para as substâncias nitrato, crômio, bário, fluoreto, alumínio, ferro e manganês e parâmetros microbiológicos. Nesse período foi iniciado o monitoramento em nascentes e fontes de água mineral localizadas na Bacia do Alto Tietê – UGRHI 6. (CETESB, 2007).

De 2007 a 2009, foi constatada a tendência de aumento das concentrações de nitrato nos sistemas aquíferos Bauru, Pré-Cambriano e Serra Geral. As substâncias nitrato, crômio, fluoreto e bário foram aquelas que apresentaram maior número de desconformidades em relação aos padrões de potabilidade, além dos parâmetros microbiológicos, coliformes totais e bactérias heterotróficas, que ocorreram de forma sistemática em todas as UGRHIs (CETESB, 2010).

O indicador de potabilidade das águas subterrâneas – IPAS passou a ser utilizado no triênio 2007-2009, com objetivo de quantificar as amostras de águas subterrâneas brutas em conformidade com os padrões de potabilidade nacionais. O indicador mostrou variação entre 79 e 81% de potabilidade das águas subterrâneas brutas, ou seja, permitindo seu consumo sem nenhum tratamento.

Ainda em 2009, em conjunto com o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, uma nova rede foi implantada. A Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade é constituída por poços dedicados ao monitoramento dos aquíferos freáticos na área de afloramento do Bauru e Guarani. Os primeiros resultados de qualidade foram publicados no relatório do triênio de 2010-2012.

Assim, como na Rede de Qualidade dos poços tubulares, também na Rede de Qualidade-Quantidade verificou-se na porção mais rasa do aquífero freático, maior concentração de nitrogênio nitrato no SAB em relação ao SAG.

Os resultados da rede de poços tubulares apontaram para a redução relativa de número de poços com concentrações de nitrato acima do padrão de potabilidade (10 mg N L^{-1}) e do valor de prevenção (5 mg N L^{-1}) nos aquíferos em geral no período de 2010 a 2012. As concentrações dessa substância, que até o período anterior apresentam tendência de aumento para os sistemas aquíferos Bauru, Pré-Cambriano e Serra Geral, mostram estabilização no Bauru e ligeira diminuição no Pré-Cambriano, enquanto continuam a aumentar no Serra Geral. A avaliação realizada por UGRHI mostrou tendência de aumento nas concentrações dessa substância no Aquífero Bauru nas UGRHIs 15, 16, 19 e 20.

As desconformidades em relação ao padrão de potabilidade continuaram para as mesmas substâncias verificadas em anos anteriores e o IPAS do estado de São Paulo apresentou uma ligeira queda de 80,1% em 2009 para 79,9% em 2012 (CETESB, 2013).

Análises de atividade estrogênica, com objetivo de avaliar a ocorrência de substâncias que agem como interferentes endócrinos, ou seja, que possuem a capacidade de interferir na produção ou ação dos hormônios, foram introduzidas em 2011; até 2013 foram observados apenas três pontos com atividade de baixa significância.

Os resultados do monitoramento da Rede de Qualidade das Águas Subterrâneas para o triênio 2013-2015 são apresentados no presente relatório. Entre poços tubulares e nascentes, foram avaliadas as águas subterrâneas em 288 pontos diferentes. Na Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade foram analisadas as águas de 28 pontos.

Nesse período foram verificadas concentrações de cromo mais elevadas do que os triênios anteriores, inclusive com aumento do número de poços do Sistema Aquífero Bauru em desconformidade com o padrão de potabilidade.

O nitrato, cujas concentrações são preocupantes principalmente no Sistema Aquífero Bauru, mostrou diminuição dos valores de mediana e 3º quartil nesse triênio. No Sistema Aquífero Serra Geral, ao contrário, houve aumento desses valores, influenciados provavelmente pelo aumento do número de pontos monitorados nesse aquífero, com maior representatividade para avaliação de sua qualidade.

O IPAS para o estado nos anos de 2013 e 2014 teve uma pequena melhora em relação ao ano de 2012. Entretanto em 2015, o indicador ficou mais baixo (77,5%), pois houve aumento significativo de desconformidades relativas aos parâmetros microbiológicos. Os parâmetros que não estiveram em conformidade com o padrão de potabilidade nacional entre 2013 e 2015 são aqueles mesmos observados nos últimos triênios de monitoramento de qualidade.

2 • Redes de Monitoramento

O monitoramento sistemático da qualidade das águas subterrâneas realizado pela CETESB teve início na década de 1990, com base em legislação específica, particularmente o Decreto Estadual nº 8468/1976 e a Lei Estadual nº 6134/1988, que atribuem ao órgão ambiental a competência de monitorar e fiscalizar a qualidade das águas subterrâneas. A rede estadual é formada principalmente por poços utilizados para abastecimento público de água, pela facilidade e baixo custo de implantação.

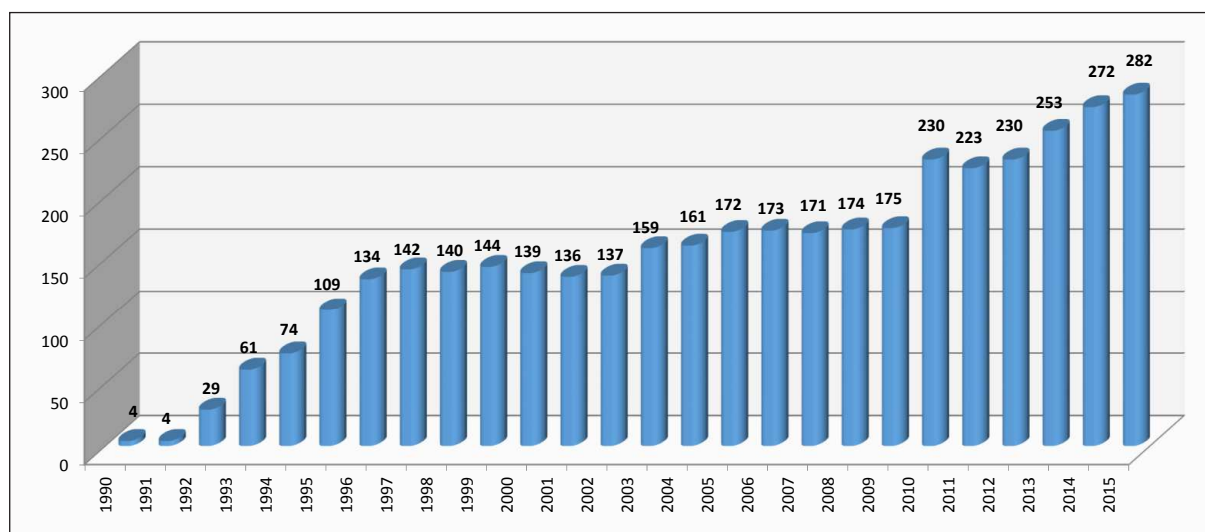
Em 2009, em parceria com o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, foi inaugurada a rede de monitoramento integrado qualidade e quantidade das águas subterrâneas, com objetivo de mensuração do nível d'água e caracterização hidroquímica, de forma a conhecer a qualidade e o comportamento hidráulico das águas subterrâneas dos aquíferos freáticos no estado de São Paulo. Essa rede é composta por poços rasos, instalados com objetivo específico de monitoramento do aquífero livre.

2.1 Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

A Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas, que tem por objetivo a avaliação da qualidade da água bruta utilizada para abastecimento público, evoluiu ao longo do tempo, com a ampliação do número de pontos, aquíferos e parâmetros monitorados.

Os critérios utilizados para a seleção dos aquíferos foram, em um primeiro momento, a utilização da água subterrânea para abastecimento público e a vulnerabilidade à contaminação. Contudo, a necessidade de ampliação do diagnóstico em função do uso extensivo desse recurso fez com que outros critérios fossem aplicados.

Os aquíferos Bauru e Guarani foram os primeiros aquíferos monitorados. Até 1994, foi implementado o monitoramento de qualidade em 74 poços tubulares com determinação analítica de 17 parâmetros (Gráfico 2.1.1).

Gráfico 2.1.1 – Evolução do número de pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.

Em 1997, a rede foi ampliada para mais de 140 pontos que também monitoraram as águas dos aquíferos Taubaté, Tubarão e Pré-Cambriano, determinando 19 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, considerados como principais indicadores da qualidade das águas subterrâneas.

A determinação analítica foi ampliada para 34 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, no triênio seguinte, de 1998 a 2000.

De 2001 a 2003, 167 pontos foram monitorados, com a substituição e inclusão de alguns poços durante esse período. O número de parâmetros analisados também aumentou para 40 e houve aprimoramento da metodologia analítica, particularmente no que concerne à adequação dos limites de detecção e quantificação dos métodos.

Em 2003, iniciou-se também o monitoramento na Região Metropolitana de São Paulo (UGRHI 6 – Alto Tietê) no Aquífero Pré-Cambriano, com inclusão de análises para determinação de substâncias orgânicas nos poços da região.

Nascentes e fontes de água mineral, localizadas na UGRHI 6 – Alto Tietê, foram também incluídas no monitoramento no período de 2004 a 2006. Nos triênios seguintes houve aumento do número de pontos monitorados, como pode se observar no gráfico 2.1.1.

O fato da rede CETESB ser formada majoritariamente por poços de abastecimento público lhe confere a peculiaridade de intermitência, uma vez que alguns poços podem ser desativados temporariamente para reparos ou definitivamente por motivos técnicos. No período de 2010 a 2012, por exemplo, foram monitorados 240 pontos diferentes, entretanto o máximo anual atingido foi de 230 pontos monitorados. Os pontos desativados permanentemente foram substituídos por novos pontos com características locais e geoquímicas semelhantes.

Entre 2013 e 2015 a Rede ampliou o número de pontos: 252 em 2013; 272 em 2014; e 282 em 2015. Em função da necessidade de substituição de poços desativados, foram monitorados no total 288 pontos.

No triênio 2013-2015, iniciou-se o monitoramento na UGRHI 1 – Mantiqueira e a inserção de mais dois poços do Aquicludo Passa Dois, nos municípios de Rio Claro (UGRHI 5) e Quadra (UGRHI 10). Os aquíferos Bauru e Serra Geral, mais explorados para abastecimento público no oeste do Estado tiveram o maior incremento de pontos no triênio. O Aquífero Bauru de 75 pontos monitorados passou a 88 pontos; o Aquífero Serra Geral de 28 pontos passou para 41.

O número de pontos monitorados por UGRHI e Aquíferos em 2015 pode ser observado no Gráfico 2.1.2 abaixo.

Os Gráficos 2.1.2 e 2.1.3 e a Figura 2.1.1 mostram a distribuição dos pontos monitorados no período de 2013 a 2015, segundo sua localização nas UGRHIs e nos aquíferos de ocorrência no território paulista. Nesse período foram substituídos 6 poços das UGRHIs 6 – Alto Tietê, 8 – Sapucaí Médio Grande, 9 – Mogi e 2 Litoral Sul e Ribeira de Iguape. Os demais pontos são os mesmos constantes dos períodos anteriores.

Gráfico 2.1.2 – Evolução do número de pontos monitorados por UGRHI no triênio 2013-2015.

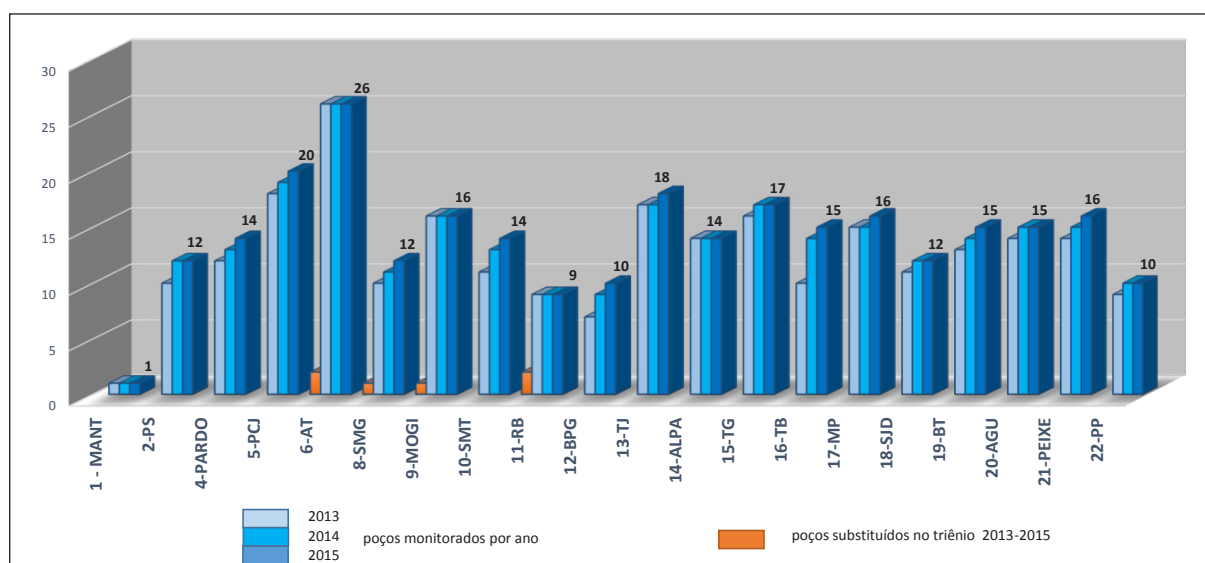
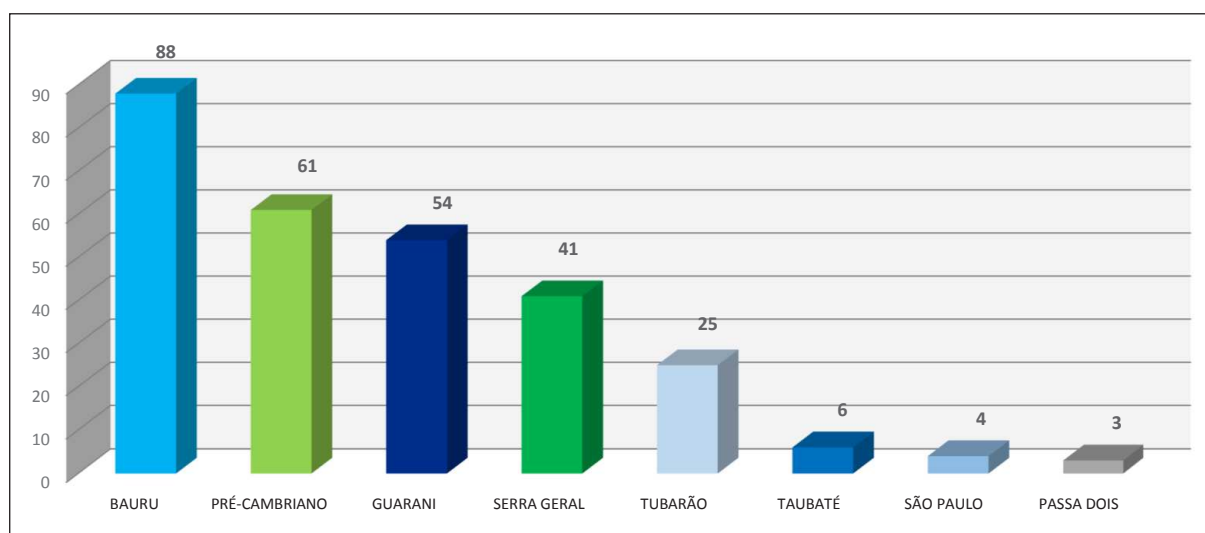


Gráfico 2.1.3 – Número de pontos monitorados por Sistema Aquífero – 2015.



2.1.1 Estrutura da Rede

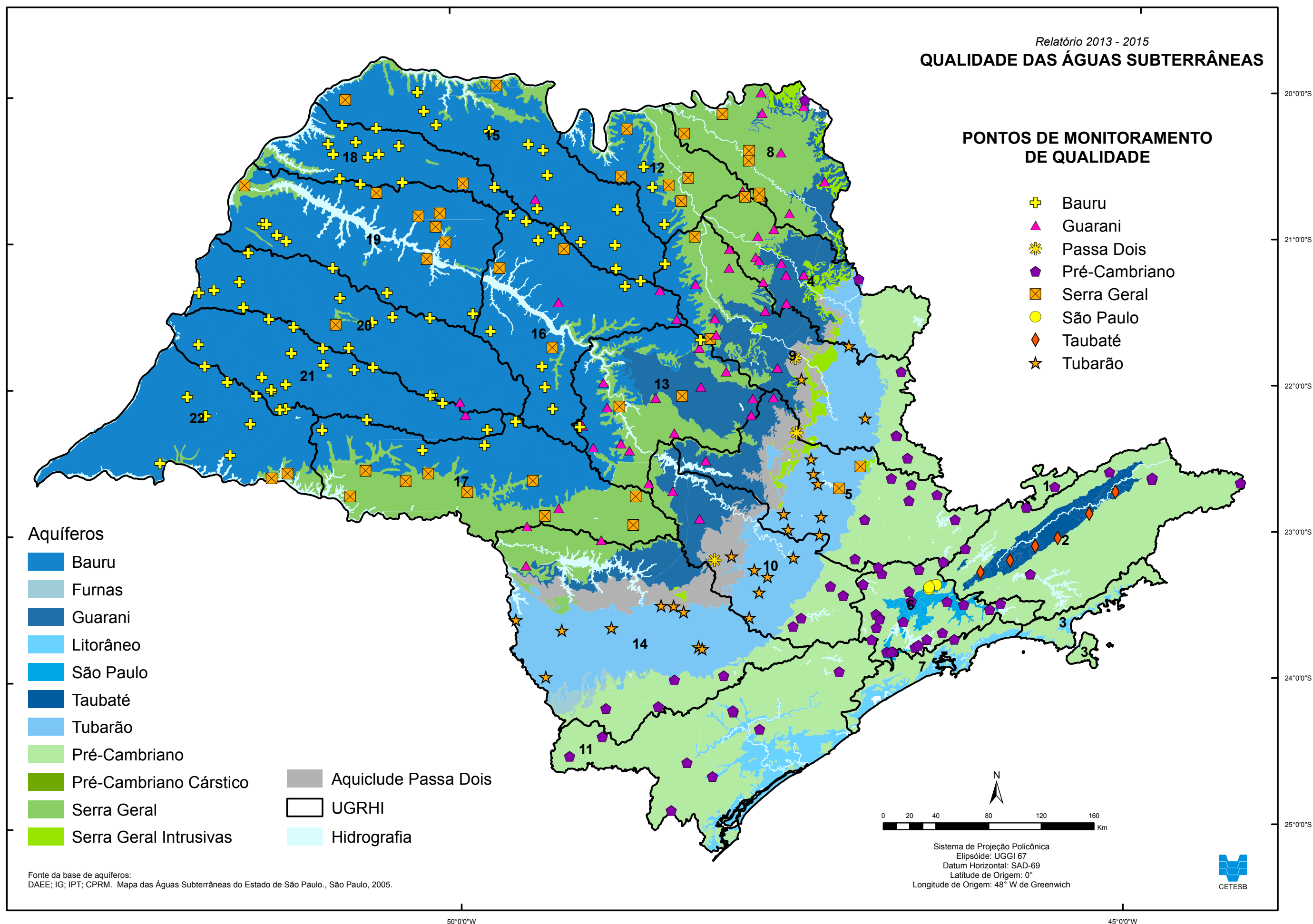
A estrutura de funcionamento da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas é apresentada na Tabela 2.1.2, detalhando as fases de planejamento, implementação, avaliação de resultados e ações de controle.

Tabela 2.1.2 – Estrutura do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas.

Planejamento	Determinação legal
	Objetivos do monitoramento
	Dimensionamento dos recursos humanos, financeiros e materiais envolvidos
	Atores sociais afetos
	Dimensionamento da coleta, acondicionamento e transporte das amostras
	Definição e capacidade analítica dos laboratórios
	Seleção do corpo hídrico a ser monitorado
	Seleção da área ou território a ser monitorado
	Seleção do poço ou nascente a ser monitorada
	Vistoria do poço para caracterização do uso do solo do entorno e georreferenciamento
	Definição dos parâmetros a serem amostrados
	Definição da frequência de amostragem
Implementação	Preparação das campanhas de coleta
	Realização das coletas
Avaliação dos resultados	Controle de erros analíticos
	Armazenamento e compartilhamento das informações
	Interpretação estatística e espacial, avaliação de tendências
	Divulgação dos resultados
Tomada de decisão das ações por parte dos gestores, considerando os objetivos do monitoramento	Retroalimentação do sistema

As etapas de amostragem semestral da água e realização das determinações analíticas são realizadas com apoio dos laboratórios de Campinas, Cubatão, Limeira, Marília, Ribeirão Preto, São Paulo, Sorocaba e Taubaté.

Figura 2.1.1 – Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.



2.1.2 Seleção dos Pontos de Amostragem

Os pontos utilizados para o monitoramento são poços tubulares e nascentes, selecionados de forma a abranger os diferentes aquíferos do Estado, em suas diversas áreas e formas de ocorrência. São consultados os cadastros de Poços do DAEE, SABESP, Prefeituras Municipais e os cadastros de empreendimentos licenciados pela CETESB.

Para os poços tubulares são utilizados os seguintes critérios: possuir licença de outorga do DAEE; construção de acordo com as normas ABNT NBR 12.244/92 e NBR 12.212/92; o material de construção do poço deve ser PVC ou aço inoxidável; os filtros devem estar localizados em um único aquífero; facilidade de acesso; medidas de proteção contra contaminação; e possuir ramal junto ao poço para coleta da amostra, antes de qualquer tratamento. Preferencialmente são escolhidos os poços utilizados para abastecimento público de água, os que possuem o nível d'água mais próximo da superfície e aqueles instalados a montante de fontes potenciais de poluição.

A ampliação da Rede também tem como critério a espacialização nas diferentes UGRHs, de modo a se atingir, minimamente, a densidade de 1 poço a cada 1000 km², considerando também as áreas de afloramento dos aquíferos explorados.

Os critérios para seleção das nascentes são: vazão contínua durante o ano todo, com preferência para nascentes com vazões maiores e protegidas de enxurradas; instalação de obras de captação, para facilitar a coleta de amostras; e acessibilidade.

A obtenção da autorização dos proprietários dos poços e nascentes para realização das amostragens também é condição necessária para inclusão de pontos na Rede.

Além das informações obtidas em cadastro, as vistorias de campo são necessárias para a avaliação do uso e ocupação do solo no entorno dos pontos, das condições locais dos poços e nascentes quanto à acessibilidade e condições de amostragem da água.

2.1.3 Tratamento dos Dados

Os resultados obtidos por meio das campanhas sistemáticas de amostragem constituem o banco de dados do monitoramento das águas subterrâneas da CETESB. Os dados são tratados e interpretados estatisticamente a cada 3 anos, que corresponde a uma série de 6 resultados analíticos. Dessas informações é possível determinar as características geoquímicas basais das águas, bem como avaliar as variações de qualidade e tendências, comparando-se com os resultados de campanhas anteriores.

Desde 2001, o terceiro quartil (75%) tem sido adotado como representativo do conjunto de amostras, ou seja, da qualidade da água do período analisado, servindo como referência para comparação entre diferentes períodos e para a definição de valores de referência de qualidade.

Os resultados analíticos são agrupados em função dos sistemas aquíferos monitorados. É realizada a análise estatística descritiva de todos os parâmetros, com a determinação de mínimos, máximos, medianas, 3º quartil e porcentagem de valores abaixo de limite de quantificação. As informações são tabuladas por aquífero para o Estado e para as UGRHs nas quais os pontos de monitoramento se localizam.

Nos relatórios de qualidade dos triênios de 1998-2000, 2001-2003 e 2004-2006, os resultados considerados anômalos com relação à série histórica ou que ultrapassaram o padrão de potabilidade foram excluídos do conjunto de dados para elaboração da análise estatística básica. A decisão da retirada desses valores foi tomada em função da necessidade de se estabelecer valores de referência de qualidade e do pressuposto de que esses valores refletiam a alteração da qualidade da água em função de atividades antrópicas.

As análises estatísticas desses três períodos foram refeitas considerando-se todos os dados e publicadas no relatório de 2007-2009, com o objetivo de avaliar a tendência de qualidade com base nos parâmetros utilizados como indicadores.

Desde o Relatório Trienal 2007-2009, a estatística tem sido realizada com base em todos os resultados, exceto aqueles retirados devido a erros analíticos, avaliados pelo conjunto da série e em concordância com os laboratórios executores.

Os resultados analíticos possuem Limites de Quantificação – LQs diferentes para uma mesma substância em função das análises terem sido realizadas por diferentes laboratórios da CETESB. Essas diferenças são decorrentes, principalmente, do processo de modernização dos equipamentos laboratoriais em constante renovação. Na análise estatística, todos os resultados abaixo do limite de quantificação foram considerados iguais aos valores do LQ para compor a série de dados. Dessa forma, mínimos, máximos, medianas e terceiros quartis de substâncias com baixas concentrações na água estão expressos por valores precedidos do símbolo "<" (menor que), que representam os limites de quantificação – LQs da série (capítulo 4).

As concentrações dos íons dominantes nas águas subterrâneas (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} e Cl^-), aplicadas na elaboração dos Diagramas de Piper, por aquífero, foram avaliadas e selecionadas mediante aplicação do cálculo do balanço iônico, que auxilia na identificação de possíveis erros analíticos, além de permitir a identificação de algum íon não analisado, mas presente em grandes quantidades na amostra. Este cálculo está baseado no princípio de que a concentração dos íons positivos deve ser aproximadamente igual à concentração dos íons negativos, em uma análise hidroquímica completa (FEITOSA, 2009).

Assim, o desvio percentual dessa igualdade foi determinado pelo coeficiente de erro analítico (e%), calculado através da equação $e\% = (\sum \text{Cátions} - \sum \text{Ânions}) / (\sum \text{Cátions} + \sum \text{Ânions}) * 100$, utilizando-se o aplicativo AquaChem 2012.1. As amostras com coeficiente de erro analítico inferior a 10%, limite aceitável segundo Feitosa (2009), foram selecionadas para a elaboração dos diagramas. Adicionalmente, foram excluídas as amostras coletadas em nascentes, por geralmente apresentarem poucos sais dissolvidos, e as amostras com limites de quantificação de Cl^- e SO_4^{2-} , respectivamente, menores que 5 e 10 mg/L, que alteram a classificação das águas subterrâneas quando os demais ânions dominantes (HCO_3^- e CO_3^{2-}) estão em concentrações menores que esses limites.

2.2 Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas

A Rede Integrada de Monitoramento de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas tem sido construída pelos órgãos gestores de qualidade e quantidade no estado de São Paulo, CETESB e DAEE, desde 2009.

A rede integrada conta atualmente com cerca de 50 pontos, sendo que no período de 2013-2015 foram realizadas amostragens semestrais para fins de avaliação da qualidade das águas subterrâneas em 28 pontos (Tabela 2.2.1).

A rede integrada na configuração atual enfoca o monitoramento do aquífero livre daqueles considerados os mais importantes mananciais no estado: os Sistemas Aquíferos Bauru e Guarani; que afloram em regiões que ocupam cerca 50% do território paulista e onde o abastecimento é feito quase exclusivamente por água subterrânea.

Complementar à rede estadual, a rede nacional possui 17 poços no estado, construídos e monitorados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (Tabela 2.2.2).

O monitoramento de qualidade e o monitoramento de quantidade (variação do nível d'água natural) têm como objetivo subsidiar a formulação de ações de planejamento e gestão da qualidade e quantidade dos recursos hídricos subterrâneos estaduais.

A Figura 2.2.1 mostra a localização dos pontos no estado de São Paulo.

A Rede Hidrológica Básica do DAEE, com cerca de 800 postos em operação, monitora também a pluviometria (chuvas), além de água superficial (vazões de rios), de forma a permitir a análise adequada de dados piezométricos. Seus dados detalhados estão disponibilizados em www.daee.sp.gov.br/hidrologia.

Tabela 2.2.1 – Rede Piezométrica Integrada DAEE-CETESB em São Paulo (continua).

Município	Prefixo DAEE	Prefixo CETESB	Aquífero	UGRHI	Início	Medição de nível	Amostragem Qualidade	Coordenadas	
								Latitude (S)	Longitude (W)
Adamantina	8C-501Z	BA5001Z	Bauru	20	2009	Diária	Semestral	21° 26' 57"	51° 00' 38"
Analândia	4D-500Z	GU0002Z	Guarani	5	2009	Diária	Semestral	22° 07' 57"	47° 41' 21"
Araraquara	5C-501Z	-	Guarani	13	1992	Mensal	-	21° 48' 43"	48° 13' 30"
Araraquara	5C-502Z	-	Guarani	13	1978	Mensal	-	21° 49' 08"	48° 09' 55"
Araraquara	5C-503Z	-	Guarani	13	1990	Mensal	-	21° 45' 52"	48° 08' 07"
Araraquara	5C-504Z	-	Guarani	13	1977	Mensal	-	21° 47' 09"	48° 08' 58"
Assis	SP35040001	-	Bauru	17	2011	Semanal	-	22° 36' 01"	50° 25' 48"
Avaí	SP201301	BA5022Z	Bauru	16	2013	Diária	Semestral	22° 03' 59"	49° 16' 04"
Barretos	5B-501Z	BA5003Z	Bauru	12	2009	Diária	Semestral	20° 36' 07"	48° 39' 49"
Barretos	5B-500Z	-	Bauru	12	2007	Diária	-	20° 35' 51"	48° 39' 34"
Bebedouro	SP35061001	-	Bauru	12	2011	Mensal	-	20° 56' 01"	48° 27' 00"

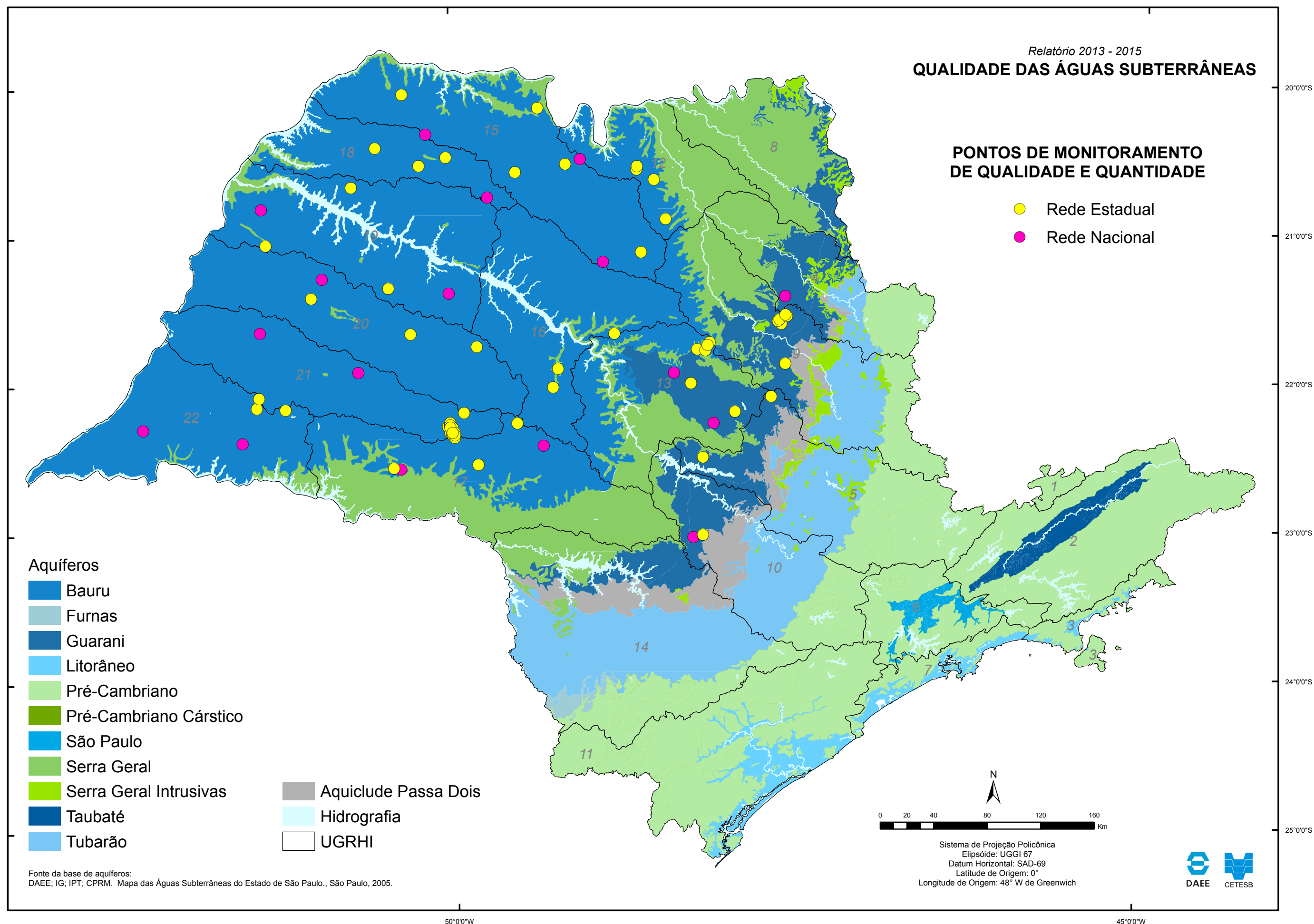
Tabela 2.2.1 – Rede Piezométrica Integrada DAEE-CETESB em São Paulo (conclusão).

Município	Prefixo DAEE	Prefixo CETESB	Aquífero	UGRHI	Início	Medição de nível	Amostragem Qualidade	Coordenadas	
								Latitude (S)	Longitude (W)
Bilac	7C-500Z	BA5004Z	Bauru	19	2009	Diária	Semestral	21° 23' 15"	50° 27' 06"
Bofete	5E-500Z	-	Guarani	10	2009	Diária	-	23° 03' 52"	48° 11' 04"
Brotas	SP35079002	GU5005Z	Guarani	13	2009	Diária	Semestral	22° 14' 37"	47° 57' 46"
Colina	SP35120001	-	Bauru	5	2011	Mensal	-	20° 40' 01"	48° 32' 01"
Descalvado	4C-500Z	GU5006Z	Guarani	9	2009	Diária	Semestral	21° 54' 25"	47° 35' 17"
Gália	6D-501Z	BA5007Z	Bauru	17	2009	Diária	Semestral	22° 19' 00"	49° 32' 00"
Guaimbê	6C-500Z	BA5008Z	Bauru	20	2009	Diária	Semestral	21° 47' 09"	49° 49' 10"
Guarani D'Oeste	7B-500Z	BA5009Z	Bauru	15	2009	Diária	Semestral	20° 04' 48"	50° 20' 14"
Guzolândia	7B-501Z	BA5010Z	Bauru	19	2009	Diária	Semestral	20° 42' 14"	50° 42' 35"
Ibitinga	SP201302	BA5024Z	Bauru	16	2013	Diária	Semestral	21° 42' 17"	48° 49' 28"
Indiana	SP35206001	BA5011Z	Bauru	22	209	Diária	Semestral	22° 11' 46"	51° 12' 37"
Luiziânia	7C-501Z	BA5012Z	Bauru	20	2009	Diária	Semestral	21° 40' 50"	50° 17' 43"
Magda	SP201305	BA5025Z	Bauru	18	2013	Diária	Semestral	20° 33' 48"	50° 13' 16"
Marília	7D-500Z	BA5013Z	Bauru	21	2009	Diária	Semestral	22° 14' 23"	49° 55' 07"
Marília	SP35290001	BA5026Z	Bauru	21	2013	Diária	Semestral	22° 19' 24"	50° 02' 00"
Mirassolândia	6B-500Z	BA5014Z	Bauru	15	2009	Diária	Semestral	20° 36' 47"	49° 31' 55"
Murutinga do Sul	8C-500Z	BA5015Z	Bauru	19	2009	Diária	Semestral	21° 05' 14"	51° 19' 50"
Onda Verde	6B-502Z	-	Bauru	15	2009	Diária	-	20° 33' 32"	49° 10' 11"
Orindiúva	6B-501Z	-	Bauru	15	2009	Diária	-	20° 10' 44"	49° 22' 01"
Pontalinda	SP201304	BA5027Z	Bauru	18	2013	Diária	Semestral	20° 26' 23"	50° 31' 58"
Presidente Prudente	SP35414001	BA5016Z	Bauru	22	2009	Diária	Semestral	22° 11' 49"	51° 25' 53"
Presidente Prudente	SP35414002	-	Bauru	22	2009	Mensal	-	22° 07' 00"	51° 24' 01"
Reginópolis	SP201303	BA5028Z	Bauru	16	2013	Diária	Semestral	21° 56' 29"	49° 13' 53"
Ribeirão Bonito	5D-501Z	GU5017Z	Guarani	13	2009	Diária	Semestral	22° 02' 27"	48° 16' 04"
Santa Maria da Serra	5D-500Z	GU5018Z	Guarani	5	2009	Diária	Semestral	22° 32' 20"	48° 10' 56"
Santa Rita do Passa Quatro	4C-501Z	GU5019Z	Guarani	9	2009	Quinzenal	Semestral	21° 35' 14"	47° 34' 33"
Santa Rita do Passa Quatro	4C-502Z	-	Guarani	9	2006	Quinzenal	-	21° 37' 14"	47° 38' 26"
Santa Rita do Passa Quatro	4C-503Z	-	Guarani	9	2006	Quinzenal	-	21° 36' 35"	47° 37' 48"
Santa Rita do Passa Quatro	4C-504Z	-	Guarani	9	2006	Quinzenal	-	21° 35' 13"	47° 34' 32"
Santa Rita do Passa Quatro	4C-505Z	-	Guarani	9	2006	Quinzenal	-	21° 34' 44"	47° 35' 17"
São Pedro do Turvo	6D-500Z	BA5020Z	Bauru	17	2009	Diária	Semestral	22° 34' 59"	49° 49' 00"
Vista Alegre do Alto	5C-500Z	BA5021Z	Bauru	15	2009	Diária	Semestral	21° 09' 40"	48° 37' 59"
Votuporanga	SP201306	BA5029Z	Bauru	18	2013	Mensal	Semestral	20° 30' 29"	50° 01' 36"

Tabela 2.2.2 – Rede Piezométrica da CPRM no estado de São Paulo.

Município	Prefixo CPRM	Aquífero	UGRHI	Início	Coordenadas	
					Latitude (S)	Longitude (W)
Altair	MNT/SP/SU01	Bauru	15	2014	20° 32' 51"	49° 08' 08"
Andradina	MNT/SP/AN01	Bauru	19	2010	20° 50' 34"	51° 21' 30"
Assis	MNT/SP/AS01	Bauru	17	2010	22° 36' 22"	50° 22' 38"
Bastos	MNT/SP/BS01	Bauru	21	2011	21° 57' 05"	50° 40' 42"
Boa Esperança do Sul	MNT/SP/BE01	Guarani	13	2011	21° 58' 11"	48° 23' 34"
Bofete	MNT/SP/BF01	Guarani	10	2011	23° 04' 46"	48° 15' 13"
Brotas	MNT/SP/BT01	Guarani	13	2011	22° 18' 33"	48° 06' 24"
Cabrália Paulista	MNT/SP/CP01	Guarani	17	2014	22° 27' 27"	49° 20' 25"
Flora Rica	MNT/SP/FR01	Bauru	21	2011	21° 40' 30"	51° 23' 03"
Meridiano	MNT/SP/ME01	Bauru	15	2014	20° 21' 04"	50° 10' 09"
Monte Aprazível	MNT/SP/MA01	Bauru	18	2010	20° 46' 46"	49° 43' 55"
Narandiba	MNT/SP/NB01	Bauru	22	2011	22° 24' 57"	51° 31' 34"
Penápolis	MNT/SP/PN01	Bauru	19	2010	21° 25' 30"	50° 00' 59"
Pindorama	MNT/SP/PD01	Bauru	15	2010	21° 13' 12"	48° 54' 06"
São Simão	MNT/SP/SS01	Guarani	4	2011	21° 27' 09"	47° 35' 21"
Teodoro Sampaio	MNT/SP/TS01	Bauru	22	2011	22° 18' 40"	52° 14' 42"
Valparaíso	MNT/SP/VP01	Bauru	20	2010	21° 18' 50"	50° 55' 47"

Figura 2.2.1 – Rede Piezométrica de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade no estado de São Paulo.



3 • Parâmetros, Padrões e Índices

3.1 Parâmetros de qualidade das águas subterrâneas

As características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas que as armazenam. A qualidade da água subterrânea, portanto, é decorrente de processos físicos, químicos e biológicos que determinam uma grande variedade de substâncias presentes na água, decorrentes principalmente dos tipos litológicos. A atividade antropogênica, que origina principalmente cargas poluidoras pontuais domésticas e industriais e cargas difusas de origem urbana e rural, também pode influenciar na qualidade das águas subterrâneas.

Os parâmetros analisados para caracterização química e avaliação da qualidade da água subterrânea bruta no período de 2013 a 2015 foram:

Parâmetros Físicos: temperatura da água e do ar, sólidos dissolvidos totais e sólidos totais.

Parâmetros Químicos: pH, alcalinidade bicarbonato, alcalinidade carbonato, alcalinidade hidróxido, condutividade elétrica, dureza total, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio kjeldhal total, carbono orgânico dissolvido, cloreto, fluoreto, sulfato e as concentrações totais de alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, boro, cádmio, cálcio, chumbo, cobalto, cobre, crômio, crômio hexavalente, estanho, estrôncio, ferro, lítio, magnésio, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, potássio, prata, selênio, sódio, titânio, urânio, vanádio e zinco.

Para os todos os pontos localizados na UGRHI 6 – Alto Tietê, onde se insere a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, e os pontos localizados em Lorena (UGRHI 2) e Paulínia (nascente da UGRHI 5) foram determinados os compostos orgânicos voláteis, tendo em vista o histórico da industrialização. As análises ocorrem em amostras de 34 pontos de monitoramento (Anexo 1).

Para os pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade localizados em áreas rurais ou próximos a elas e para os pontos da Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade foram também determinados alguns agrotóxicos legislados, conforme descrito no Anexo 2.

Foram eleitos 63 pontos nos quais foram determinados os pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados, herbicidas fenoxiácidos clorados, bem como metolacoloro, molinato, pendimetalina e propanil.

Parâmetros Microbiológicos: bactérias heterotróficas, *Escherichia coli*, coliformes totais e bacteriófagos F-específicos.

Atividade estrogênica: a partir de 2011 foi iniciada na Rede de Monitoramento a avaliação dos interferentes endócrinos, por meio da determinação da atividade estrogênica. Interferentes endócrinos são compostos que possuem a capacidade de interferir na produção ou ação dos hormônios, podendo causar danos ao sistema reprodutor e imunológico de organismos superiores, especialmente organismos aquáticos. Estes compostos podem atingir os mananciais subterrâneos pela contaminação com esgoto doméstico ou pela percolação de pesticidas ou outros compostos aplicados no solo.

Ainda não existem valores legislados para a presença de atividade estrogênica em águas naturais, embora compostos como o bisfenol A tenham sofrido restrições (inclusive sendo proibida no Brasil a comercialização de mamadeiras contendo esse plastificante). Porém, alguns trabalhos científicos sugerem valores orientadores em água para abastecimento, com valores de 3,8 e 7 ng/L equivalentes de estradiol (BRAND *et al.*, 2013; MENNES, 2004). No momento, a Europa discute o estabelecimento de critérios legislativos para os interferentes endócrinos e estrogenicidade.

As metodologias analíticas utilizadas para determinação dos parâmetros descritos acima se encontram no Anexo 3.

3.2 Padrões de Qualidade

Do ponto de vista do controle de poluição das águas subterrâneas, alguns instrumentos legais são utilizados para avaliar a evolução da sua qualidade.

A **Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 12/12/2011** (BRASIL, 2011), que substituiu a Portaria MS nº 518/04, estabelece os padrões de qualidade da água para o consumo humano, fixados com base em risco à saúde humana e, em alguns casos, em características organolépticas da água, conforme orientação da Organização Mundial da Saúde – OMS. A Portaria estabeleceu concentrações máximas para níquel e urânio, não previstas em sua antecessora.

A **Lista de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas** (CETESB, 2014), que objetiva estabelecer critérios para proteção da qualidade dos solos e águas subterrâneas, foi publicada pela primeira vez pela CETESB em 2001 (CETESB, 2001a). A revisão publicada em 2014 é a terceira edição da série, sendo utilizada no gerenciamento de áreas contaminadas. Para as águas subterrâneas foram adotados os valores de intervenção – VI, que indicam as concentrações máximas de determinadas substâncias acima das quais existe potencial de risco à saúde humana em um cenário genérico, enquanto para os solos foram também adotados os valores de referência de qualidade – VRQ e valores de prevenção – VP.

Os valores de intervenção para solos de 2014 foram derivados a partir de modelo matemático de avaliação de risco à saúde humana (Planilha CETESB - 2013). Para as águas subterrâneas, foram adotados como valores de intervenção os padrões de potabilidade, uma vez que foram definidos com base em risco à saúde humana.

Os valores orientadores para etilbenzeno, tolueno e xileno, relacionados ao padrão de aceitação para consumo humano (Anexo X da Portaria MS nº 2914/11), foram substituídos pelas concentrações máximas definidas pela OMS com base em avaliação de risco à saúde humana (WHO, 2011). Para outras substâncias, que não constam da Portaria nº 2914/11, os valores de intervenção seguiram a mesma orientação ou foram calculados segundo a metodologia da OMS¹.

1 Adotou-se os seguintes critérios: peso corpóreo igual a 70kg para uma pessoa adulta no Brasil (IBGE, 2004); doses de máximo risco permitido constantes na Planilha de Avaliação de Risco da CETESB de 2013; e a fração de ingresso relativa à via consumo de água subterrânea igual a 10% e risco aceitável de câncer igual a 10^{-5} (um caso adicional de câncer a cada 100.000 pessoas) para as substâncias que apresentam, respectivamente, efeito não carcinogênico e efeito carcinogênico.

Em 2009, a **Resolução CONAMA nº 420 de 28/12/2009** (Brasil, 2009) publicou uma lista de valores orientadores para proteção da qualidade dos solos e águas subterrâneas visando o gerenciamento de áreas contaminadas em todo o Território Nacional. Os valores de intervenção do estado de São Paulo, com algumas alterações, serviram de base para definição dos valores de investigação dessa lista.

O valor de investigação para zinco da Resolução CONAMA foi calculado com base em risco a saúde humana utilizando a metodologia da OMS, portanto, difere dos valores orientadores da lista paulista, baseados nos padrões de aceitação ao consumo humano da Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04, vigente na época.

A **Resolução CONAMA nº 396 de 03/04/2008** (Brasil, 2008), que dispõe sobre a classificação e diretrizes para enquadramento das águas subterrâneas, definiu seis classes para enquadramento das águas subterrâneas segundo os usos preponderantes: Classe Especial; e Classe 1 até Classe 5. A Classe Especial é destinada à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e que contribuam para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial. A Classe 5 representa as águas de qualidade alterada por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não possuem requisitos de qualidade de uso. Para cada classe foram estabelecidos valores máximos permitidos para as substâncias de interesse de forma a garantir água com qualidade adequada a cada uso específico.

Os **Valores de Referência de Qualidade** para águas subterrâneas foram publicados no Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas 2004–2006, para cada um dos sistemas aquíferos do estado de São Paulo. Definiu-se como valor de referência para as substâncias inorgânicas o terceiro quartil (75%) da série de dados obtidos pela Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas no período de 1994 a 2006, expurgados aqueles resultados com valores superiores à soma da mediana e três vezes o desvio padrão (CETESB, 2007).

Esses valores devem ser considerados como valores-base (*background*) para o estado de São Paulo, de forma a orientar ações de prevenção e controle de contaminação das águas subterrâneas (Tabela 3.2.1).

Tabela 3.2.1 – Valores de Referência de Qualidade – VRQ das águas subterrâneas no estado de São Paulo.

Parâmetro	Unidade	Valor de Referência de Qualidade por Aquífero							VMP ^(a)
		Guarani	Bauru	Tubarão	Taubaté	São Paulo	Serra Geral	Pré-Cambriano	
pH	--	7,5	7,5	9,0	7,0	7,5	8,0	7,5	6,0-9,5 ^(b)
Temperatura	°C	28	26	26	26	26	26	24	--
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	160	240	410	145	160	170	240	--
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	120	200	375	155	150	145	190	1000
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	135	215	360	165	130	170	200	--
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	60	100	60	40	30	55	90	500
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	80	110	150	70	75	75	105	--
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	0	0	<2	0	0	0	<2	--
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	0	0	<2	0	0	0	<2	--
Alumínio Total	mg Al L ⁻¹	0,03	0,05	0,04	<0,15	0,04	0,04	0,07	0,2
Antimônio Total	mg Sb L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	--
Arsênio Total	mg As L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Bário Total	mg Ba L ⁻¹	0,08	0,25	0,08	0,10	0,15	0,08	0,08	0,7
Boro Total	mg B L ⁻¹	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	--
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	5,5	8,5	6,5	5,0	3,5	6,0	4,5	--
Cálcio Total	mg Ca L ⁻¹	18,5	25	18,5	8,0	10	15,5	28,5	--
Cádmio Total	mg Cd L ⁻¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	<0,01	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	<0,01	--
Cloreto Total	mg Cl L ⁻¹	1,5	5	10	1,5	1,5	1,5	5	250
Chumbo Total	mg Pb L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	--	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Cobre Total	mg Cu L ⁻¹	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2
Cobalto Total	mg Co L ⁻¹	<0,01	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
Crômio Total	mg Cr L ⁻¹	0,003	0,04	<0,001	<0,005	0,002	0,002	0,002	0,05
Ferro Total	mg Fe L ⁻¹	0,09	0,04	0,12	0,12	0,20	0,04	0,12	0,3
Fluoreto Total	mg F L ⁻¹	0,2	0,3	0,6	0,3	0,5	0,2	0,6	1,5
Magnésio Total	mg Mg L ⁻¹	3,5	8,0	4,0	1,0	2,5	4,0	5,5	--
Manganês Total	mg Mn L ⁻¹	0,01	<0,005	0,02	0,03	0,10	<0,005	0,03	0,1
Mercúrio Total	mg Hg L ⁻¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	0,3	1,5	0,2	0,02	0,2	0,5	0,4	10
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	0,005	<0,002	0,005	<0,001	<0,004	<0,002	0,005	0,1
Nitrogênio amoniacal	mg N L ⁻¹	0,005	0,04	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	1,25 ^(c)
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,4	--
Níquel Total	mg Ni L ⁻¹	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07
Potássio Total	mg K L ⁻¹	4,0	4,5	2,0	5,0	4,5	2,0	2,5	--
Selênio Total	mg Se L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	--	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Sódio Total	mg Na L ⁻¹	7,0	15	25	20	20	14,5	14,5	200
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	<10	<10	20	<10	<10	<10	10	250
Vanádio Total	mg V L ⁻¹	<0,02	<0,02	<0,02	--	<0,02	<0,02	<0,02	0,05 ^(d)
Zinco Total	mg Zn L ⁻¹	<0,01	0,03	<0,01	0,02	0,02	0,02	<0,01	1,8 ^(e)

(a) VMP – valor máximo permitido, maioria definida pelo Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde;

(b) quanto ao pH, não se trata, de um padrão mas de recomendação de uma faixa de pH a ser mantida no sistema de distribuição de água para abastecimento;

(c) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹;

(d) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08;

(e) Valor de intervenção (CETESB, 2014).

Para as substâncias com baixas concentrações na água subterrânea foi definido um único VRQ para todos os aquíferos (Tabela 3.2.2). O detalhamento da metodologia encontra-se em Barbour *et al.* (2006).

Tabela 3.2.2 – Proposta de Valores de Referência de Qualidade das Águas Subterrâneas.

Substância	Valor de Referência de Qualidade para Água Subterrânea mg L ⁻¹
Antimônio	< 0,002
Arsênio	<0,002
Boro	<0,03
Cádmio	< 0,0001
Chumbo	< 0,002
Cobalto	<0,01
Cobre	<0,02
Mercurio	<0,0001
Níquel	<0,02
Selênio	<0,002

3.3 Indicadores

A potabilidade das águas subterrâneas brutas é um dos indicadores de sua qualidade e qualquer desconformidade representa a necessidade de tratamentos adicionais da água, além da cloração, que as concessionárias ou departamentos municipais responsáveis pelo abastecimento público de águas devem garantir antes de sua distribuição para consumo humano.

Por tratar-se de uma rede constituída basicamente por poços utilizados para abastecimento público de água, foi adotado um indicador de potabilidade das águas para a Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas da CETESB, a partir do triênio 2007-2009.

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS representa o percentual das amostras de águas subterrâneas em conformidade com o padrão de potabilidade para substâncias que representam risco à saúde e o padrão organoléptico, estabelecidos pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria MS nº 2914/2011; é calculado anualmente e considera os parâmetros determinados nas duas campanhas semestrais de amostragem dos pontos da Rede CETESB.

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas foi calculado para as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs, para os Sistemas Aquíferos e para o estado de São Paulo.

O indicador possui três classes para classificação de qualidade das águas: ruim (0 – 33%), regular (33,1 – 67%) e boa (67,1 – 100%).

4 • Qualidade dos Aquíferos

As características dos aquíferos sedimentares e fraturados monitorados pela Rede CETESB são descritas sucintamente por meio das informações contidas no Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (DAEE *et al.*, 2005).

A caracterização hidroquímica dos aquíferos é realizada por meio da síntese dos resultados do monitoramento no período de 2013 a 2015, com a descrição estatística das concentrações máxima e mínima, a mediana e o 3º Quartil de cada parâmetro, e da classificação das águas quanto aos íons dominantes, realizada a partir de diagramas de Piper.

Os resultados analíticos do período estão disponíveis no endereço eletrônico da CETESB www.cetesb.sp.gov.br.

4.1 Sistema Aquífero Bauru

O Sistema Aquífero Bauru – SAB é constituído pelas rochas dos Grupos Bauru e Caiuá, cuja sedimentação ocorreu em condições essencialmente desérticas e em condições de clima semi-árido com presença de água, conferindo-lhe heterogeneidade litológica. É constituído por arenitos, arenitos argilosos e siltitos, com ou sem cimentação carbonática, e caracteriza-se como uma unidade hidrogeológica sedimentar, permeável por porosidade granular que ocorre de forma livre a localmente semi-confinada a confinada em quase toda a porção oeste do estado de São Paulo. Abrange totalmente as UGRHIs 15, 18, 19, 20, 21 e 22 e parte das UGRHIs 4, 8, 12, 13, 16 e 17, destacando-se assim, como um importante manancial.

Apresenta espessura média saturada de 75 m, atingindo entre 150 a 200m na região de São José do Rio Preto e Presidente Prudente, e de 300m no Planalto Residual de Marília, condicionada pela morfologia da superfície e pelo substrato rochoso representado pelos basaltos da Formação Serra Geral.

Sendo um aquífero freático, a recarga é feita diretamente pela precipitação pluvial e o fluxo regional da água subterrânea se dá em direção às drenagens principais dos rios Turvo, São José dos Dourados, Tietê, Aguapeí, Peixe e Santo Anastácio, Paraná e Paranapanema. A vazão explorável varia de 10 até 120 m³ h⁻¹, com zonas de potencial mais elevado localizadas ao longo do rio Paraná e no Pontal do Paranapanema (DAEE *et al.*, 2005).

As Tabelas 4.1.1a e 4.1.1b, referentes à síntese dos resultados de qualidade das águas do Aquífero Bauru no triênio 2013 a 2015, mostram de um modo geral que essas águas apresentaram distinções de suas características, encontrando-se variação dos resultados para alcalinidade, dureza total, pH, condutividade elétrica, sulfato, temperatura e sais.

Neste aquífero foram encontradas concentrações pontuais excessivas em desconformidade com os padrões de risco à saúde humana de cromo e nitrogênio nitrato e, secundariamente, de bário e para padrão organoléptico de ferro.

Tabela 4.1.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAB no período 2013 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Bauru 2013-2015 (89 pontos)					
			Amostras (n°)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3° Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	477	1,1	4	261	84	104
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	302	27,5	0	81	0	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	269	33,1	0	< 2	0	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	488	73	< 1	19	< 1	1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	487	34,5	0,2	42	< 5	5,6
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	488	--	7,3	600	189	242
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	488	1,4	1,5	307	67,5	101
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	448	66,3	< 0,02	0,7	< 0,3	< 0,5
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	487	94,7	< 0,05	0,4	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	487	94,7	< 0,1	0,84	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	488	28,5	0,04	25,6	1,2	3,3
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	488	99	< 0,007	< 0,2	< 0,1	< 0,2
pH	--	6,0-9,5 ^D	488	--	5,2	9,9	7,1	7,7
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	488	3,7	< 25	448	152	188
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	488	2,9	25	492	166	204
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	271	84,9	< 0,5	13,7	< 1	< 1
Temperatura	°C	--	488	--	22,3	32,1	25,4	25,9
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	488	28,9	0	> 5700	2	8
Coliformes Totais	NMP 100mL ⁻¹	ausência ^B	488	--	presente em 38 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100mL ⁻¹	ausência ^B	488	--	presente em 6 amostras		ausente	ausente

1 Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.1.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAB no período 2013 a 2015 - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Bauru 2013-2015 (89 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ² (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	488	59	< 2	126	< 2	4,2
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	488	93	< 0,01	0,13	< 0,01	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	488	56,1	< 0,2	10,6	< 0,5	0,5
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	482	0,4	< 1	1118	185	290
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	488	95,5	< 0,5	< 5	< 0,5	< 2
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	488	33,2	< 1	74,3	3,2	6,2
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	488	75,2	< 0,005	0,1	< 0,005	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	488	1	< 0,5	102	18,2	27,7
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	488	39,5	< 0,02	8,2	0,06	0,17
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	488	13,5	< 0,01	2,7	0,03	0,12
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	488	21,1	< 0,05	70,2	0,43	1,1
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	488	0	0,45	108	20,4	37,4
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	488	96,9	< 0,05	4,2	< 0,2	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	480	0	5,0	3030	220	420
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	488	45,5	< 2	1619	2,4	5,7
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	488	0,2	< 0,1	15,9	3,4	6,2
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	487	3,9	0,1	23,3	5,5	8,1
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	488	37,1	< 0,05	53,9	0,15	0,67
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	488	100	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	488	66,8	< 0,01	1,4	< 0,01	0,01
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	488	4,9	< 0,1	12,1	0,74	1,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	488	1,2	< 0,1	9,8	3,5	5,1
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	488	99,8	< 0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	488	75,2	< 0,1	1,2	< 0,1	< 0,1
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	488	0	0,15	74,9	7,6	15,9
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	488	0	0,62	18	2,5	3,3
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	488	6,4	< 0,002	1,9	0,08	0,19
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	488	6,4	< 0,02	127	6,4	18,9
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	488	7,2	< 0,2	840	3,4	8,4

1 Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

2 Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

Neste triênio houve alterações laboratoriais que levaram a limites de quantificação – LQ mais elevados para alcalinidade, fluoreto, cloreto, nitrogênio nitrato e sulfato, que dificultaram a interpretação dos resultados.

Para a análise estatística foram retirados os resultados menores que LQ para alcalinidade de carbonato e hidróxido ($LQ=5 \text{ mg L}^{-1}$), fluoreto ($LQ=1 \text{ mg L}^{-1}$) e sulfato ($LQ=10 \text{ mg L}^{-1}$). Entretanto, pode-se verificar que houve uma redução das concentrações de nitrogênio nitrato, notadamente em 2014, que não apresentou nenhum resultado desconforme com o padrão de potabilidade, mostrando a influência da precipitação pluvial no aporte desse poluente.

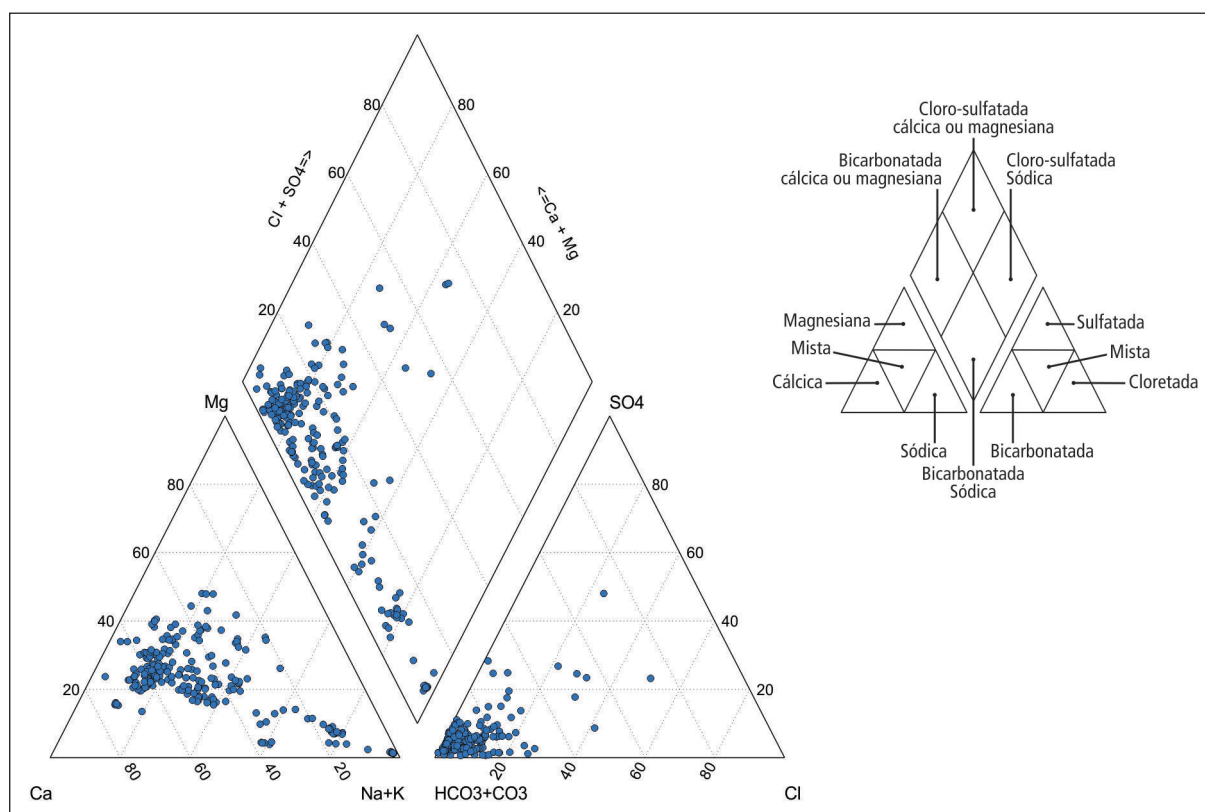
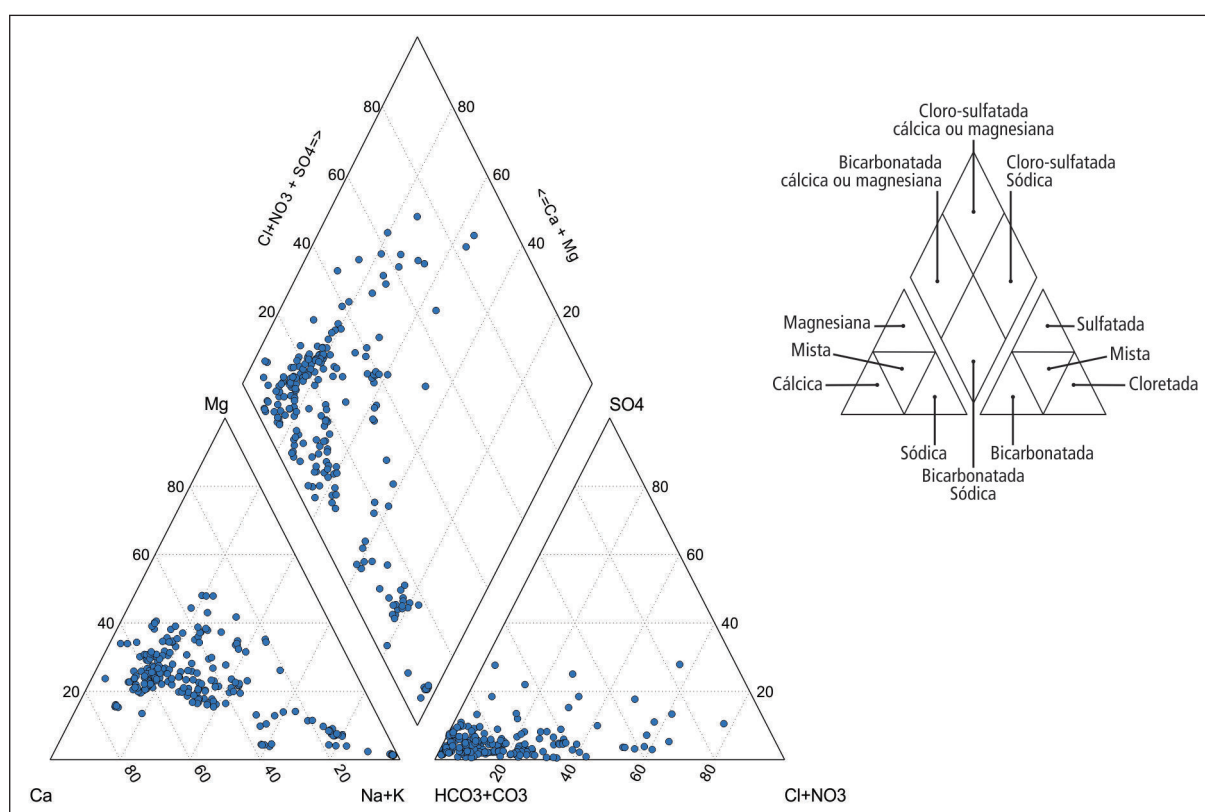
Algumas concentrações elevadas de cloreto e carbono orgânico dissolvido podem estar relacionadas à interferência antrópica.

Este é o aquífero com as maiores concentrações de cromo em relação aos demais; os resultados mostraram que entre 15 a 100% encontram-se na forma de cromo hexavalente (mediana de 85%).

A maioria dos elementos-traço apresentaram concentrações muito baixas, exceto o estrôncio, para o qual foram detectados os maiores valores dentre todos os aquíferos avaliados. Alumínio, ferro e manganês mostraram tendência de redução neste triênio.

Em relação aos parâmetros microbiológicos verificou-se um aumento no número de amostras com presença de coliformes totais.

As águas do SAB, segundo o Diagrama de Piper (Figura 4.1.1), são classificadas em dois tipos hidroquímicos: as bicarbonatadas cálcicas e calco-magnesianas, que são predominantes; e as bicarbonatadas sódicas, secundárias. O domínio das águas bicarbonatadas cálcicas e calco-magnesianas foi similar ao encontrado por Campos (1993) e Barison (2003). Tendo em vista as elevadas concentrações de nitrato nesse aquífero, devido à influência antrópica, foi elaborado Diagrama de Piper (Figura 4.1.2) considerando esta substância, que foi somada ao cloreto. Com esta adaptação algumas amostras são classificadas como cloro-nitratadas mistas.

Figura 4.1.1 – Classificação das águas do SAB, segundo o Diagrama de Piper.**Figura 4.1.2** – Classificação das águas do SAB, segundo o Diagrama de Piper, considerando a presença de nitrato.

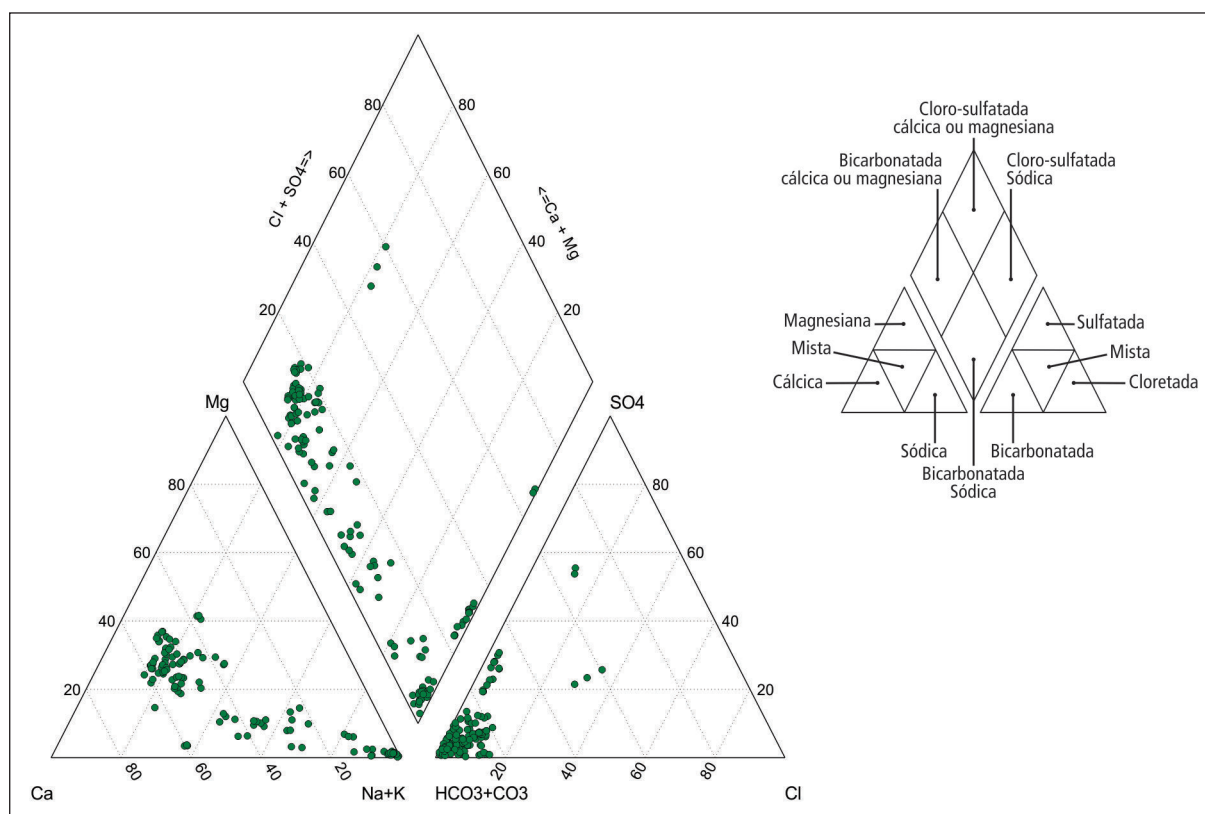
4.2 Aquífero Serra Geral

O Aquífero Serra Geral é uma unidade hidrogeológica fraturada, constituído pelos basaltos da Formação Serra Geral, originados a partir de intensa atividade vulcânica. Tem extensão regional, porém com condições aquíferas distintas, determinadas pelas discontinuidades; é subjacente ao Aquífero Bauru e recobre o Guarani.

Aflora numa extensão de cerca de 20.000 km², estendendo-se por toda a região oeste e central do estado, onde são encontrados importantes municípios como Ourinhos, São Carlos, Sertãozinho, Ribeirão Preto, São Joaquim da Barra e Franca. Sua espessura varia desde poucos metros, aumentando para oeste, até 2.000 m. A recarga para esse aquífero se dá por meio de precipitação pluvial sobre solos basálticos, que atinge as zonas de alteração e fissuras da rocha matriz. Por se constituir em aquífero fissurado, sua potencialidade relaciona-se à densidade de fraturamento, grau de alteração dos horizontes vesiculares, sistemas de alimentação e inter-relação com outros aquíferos, não podendo ser aferida pelos parâmetros característicos dos aquíferos granulares (DAEE *et al.*, 2005).

O Diagrama de Piper, ilustrado pela Figura 4.2.1, indica que as águas desse aquífero são preponderantemente bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e, secundariamente, bicarbonatadas sódicas.

Figura 4.2.1 – Classificação das águas do Aquífero Serra Geral, segundo o Diagrama de Piper.



Os resultados da qualidade das águas desse aquífero obtidos para o triênio 2013 a 2015, apresentados nas Tabelas 4.2.1a e 4.2.1b, mostram de modo geral águas pouco mineralizadas.

Para os elementos fluoreto, sulfato, chumbo, cromo e ferro, bem como bactérias heterotróficas, as concentrações máximas ultrapassaram os valores máximos permitidos. Também foram encontradas concentrações de nitrogênio nitrato acima do valor de prevenção da CETESB (5 mg L⁻¹), referentes às amostras provenientes de um único poço localizado no município de Miguelópolis.

Tabela 4.2.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no período 2013 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Serra Geral 2013-2015 (42 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	231	0	2	236	67	84
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	230	30,4	0	182	5	48
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	230	52,6	0	< 5	< 2	< 5
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	236	78,8	< 1	6,1	< 1	< 1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	237	35,9	0,1	48	3,8	5
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	237	--	7	1060	180	284
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	237	17,3	0,19	132	33,1	68,4
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	236	61,4	0,04	2,2	< 0,3	0,5
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	237	94,1	< 0,01	< 0,5	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	237	88,6	< 0,03	1	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	185	27	< 0,03	7,5	0,79	2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	237	97	< 0,007	0,4	< 0,1	< 0,2
pH	--	6,0-9,5 ^D	237	--	4,7	10,1	7,2	9,4
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	237	8,4	< 50	757	154	214
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	237	5,5	< 50	765	162	226
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	237	71,3	0,27	287	< 2	< 10
Temperatura	°C	--	236	--	21,8	33,4	25,7	26,5
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	237	24,5	0	> 5700	2	6
Coliformes Totais	NMP 100mL ⁻¹	ausência ^B	237	--	presente em 7 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100mL ⁻¹	ausência ^B	237	--	ausente		ausente	ausente

¹ Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

^D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.2.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no período 2013 a 2015 - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Serra Geral 2013-2015 (42 pontos)					
			Amostras (n°)	< LQ ² (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3° Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	237	46,8	< 2	105	2,5	8,7
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	237	92,4	< 0,01	0,34	< 0,01	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	237	42,6	< 0,2	5,4	0,5	< 0,82
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	237	28,3	0,91	377	3	28,5
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	237	100	< 0,5	< 5	< 0,5	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	237	29,5	< 1	472	7,1	26,3
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	237	84,8	< 0,005	0,03	< 0,005	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	237	6,3	0,04	35	10,5	17,7
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	237	44,7	< 0,02	13,4	0,05	0,12
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	237	40,1	< 0,01	0,52	0,02	0,04
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	237	64	< 0,05	83,9	0,41	0,88
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	237	13,1	< 0,05	52	1,7	4,9
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	237	97,9	< 0,05	0,54	< 0,2	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	237	3	< 1	831	66	150
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	237	45,2	< 2	1111	2,4	5,4
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	237	2,1	< 0,1	13,6	0,94	1,7
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	237	26,6	0,03	12,1	1,9	4,9
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	237	45,6	< 0,05	42,7	0,1	0,3
Merúrio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	237	98,7	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	237	30,4	< 0,01	20,3	0,04	0,25
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	236	31,4	< 0,1	4,1	0,28	0,53
Potássio	mg K L ⁻¹	--	237	3	< 0,1	6,2	0,75	1,7
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	237	99,6	< 0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	237	23,6	< 0,1	16,3	0,28	0,99
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	237	0	0,29	239	14,9	60,4
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	237	0,4	< 0,2	7,8	2,4	3,2
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	237	8	< 0,002	2,2	0,06	0,28
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	237	3,8	< 0,02	149	17,3	36,6
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	237	16	< 0,2	236	1,8	5,5

¹ Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

² Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

4.3 Sistema Aquífero Guarani

O Sistema Aquífero Guarani – SAG é o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo. Está localizado na região centro-leste da América do Sul, abrangendo no território brasileiro os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Ocorre em 76% do território do estado de São Paulo, estando sua área de afloramento, de cerca de 16.000 km², inserida na Depressão Periférica.

É um aquífero granular, homogêneo e regionalmente livre a predominantemente confinado, composto por arenitos de granulação média a fina, depositados em ambiente flúvio-lacustre e eólico, que constituem a Formação Pirambóia, e pelos arenitos eólicos da Formação Botucatu, com granulação média a fina, muito bem selecionada e com alto grau de esfericidade.

A sua espessura varia de aproximadamente 100 m na área aflorante, até mais de 400 m nas áreas centrais da Bacia, onde as rochas sedimentares encontram-se confinadas pelos espessos derrames basálticos da Formação Serra Geral.

A recarga do SAG ocorre principalmente nas áreas de afloramento, atravessadas pelos rios Tietê, Piracicaba, Mogi-Guaçu, Pardo e Paranapanema, além de outros de menor vazão, como os rios do Peixe e São José dos Dourados. As zonas de fissuras dos basaltos da Formação Serra Geral, que confinam o Guarani na parte oeste do estado, também contribuem para essa recarga.

Possui fluxo geral para oeste e vazões exploráveis de 20 a 40 m³ h⁻¹ e de 40 a 80 m³ h⁻¹ em sua porção livre. Na porção confinada essas vazões aumentam de leste para oeste, apresentando valores de 80 a 120 m³ h⁻¹, 120 a 250 m³ h⁻¹ e 250 a 360 m³ h⁻¹ na porção confinada (DAEE *et al.*, 2005).

A caracterização química e física das águas do SAG, referente ao triênio 2013 a 2015, é apresentada nas Tabelas 4.3.1a e 4.3.1b. Para as análises cujos limites de quantificação foram superiores aos praticados nos triênios anteriores, os resultados abaixo desses LQs foram retirados da análise estatística; são eles referentes aos parâmetros alcalinidade de carbonato e hidróxido (LQ=5 mg L⁻¹), cloreto (LQ=5 mg L⁻¹), fluoreto (LQ=1 mg L⁻¹), nitrogênio nítrico (LQ=0,2 e 0,1 mg L⁻¹) e sulfato (LQ=10 mg L⁻¹), com objetivo de evitar a superestimação dos valores de mediana e 3º Quartil. Os resultados abaixo de LQ foram mantidos somente quando próximos aos valores quantificados, verificados na série histórica do ponto. Para o nitrogênio nítrico, optou-se por manter os resultados abaixo do LQ=1 mg N L⁻¹, mesmo que este seja superior ao praticado no último triênio, pois os resultados representam cerca de 60% do universo dos dados. Caso fossem retirados, o valor obtido para o 3º Quartil seria equivalente ao dobro daqueles obtidos historicamente, que vêm apresentando tendência de estabilidade.

Esse aquífero quando comparado aos demais localizados no Estado de São Paulo, especificamente em suas porções superficiais, quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais, sugere águas pouco mineralizadas. No entanto, as concentrações de sais aumentam no sentido de fluxo das águas subterrâneas, das áreas de recarga até as porções confinadas e profundas. Segundo a classificação proposta por Logan (1965, apud FEITOSA *et al.*, 2009), para avaliação da dureza das águas, o SAG enquadra-se predominantemente no grupo das águas moles, sendo localmente intermediárias.

Tabela 4.3.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAG, no período de 2013 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Guarani 2013-2015 (54 pontos)					
			Amostras (n°)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3° Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	244	0	3	161	69	88,8
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	212	19,3	0	209	0	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	193	27,5	0	< 2	0	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	317	84,9	< 1	4,2	< 1	< 1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	280	36,4	< 0,1	21,9	< 1	1,2
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	318	--	11,1	498	130	174
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	317	5,7	< 2	173	23,1	64
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	295	75,6	0,02	1,1	< 0,1	0,12
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	318	93,7	< 0,05	0,4	< 0,05	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	318	91,8	< 0,1	0,79	< 0,3	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	317	58,4	< 0,03	8	< 0,2	< 1
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	174	96	< 0,007	0,19	< 0,01	< 0,01
pH	--	6,0-9,5 ^D	318	--	4,5	10,2	6,7	7,8
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	318	20,1	38	338	100	132
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	318	12,6	48	348	110	141
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	278	86	< 0,5	22	< 1	< 1
Temperatura	°C	--	318	--	21,3	45,4	26,8	29,6
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	318	17,3	0	> 5700	2	9
Coliformes Totais	NMP 100mL ⁻¹	ausência ^B	318	--	presente em 20 amostras		Ausente	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100mL ⁻¹	ausência ^B	318	--	presente em 2 amostras		Ausente	Ausente

1 Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.3.2b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do SAG, no período de 2013 a 2015 - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Guarani 2013-2015 (54 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ² (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	318	65,4	< 2	225	< 2	4,1
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	318	83,7	< 0,01	0,07	< 0,01	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	318	43,4	< 0,2	5,03	< 0,5	0,84
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	318	10,4	< 1	916	28,8	61
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	318	99,1	< 0,5	< 5	< 0,5	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	318	53,5	< 1	173	< 2	4,7
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	318	72,3	< 0,005	0,04	< 0,005	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	318	6,6	0,36	58	6,3	19,5
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	318	31,5	< 0,02	6,1	0,08	0,19
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	318	25,8	< 0,01	2,5	0,02	0,13
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	318	14,5	0,02	29,7	0,87	2,1
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	317	5,1	< 0,05	40,1	1,6	3,2
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	318	95,3	< 0,05	1,9	< 0,2	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	318	0,3	< 1	863	64,1	140
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	318	52,8	< 2	723	< 2	4,1
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	318	0,3	< 0,1	17,4	1,5	2,9
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	318	7,2	< 0,1	8,2	1,5	3,3
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	318	44,3	< 0,05	161	0,11	0,5
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	318	100	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	318	50,6	< 0,01	0,92	< 0,01	0,03
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	318	16,4	< 0,1	7,95	0,41	0,64
Potássio	mg K L ⁻¹	--	318	0,3	< 0,1	9,9	2,9	4,3
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	318	99,7	< 0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	318	47,8	< 0,1	20,8	0,14	0,37
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	318	0,3	< 0,1	117	3,6	10,3
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	318	0	0,29	6,7	1,6	2,2
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	318	13,5	< 0,002	3,6	0,02	0,05
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	318	8,8	< 0,02	68,2	3,02	7,2
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	317	15,1	< 0,1	122	2,1	4,8

¹ Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

² Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

Os valores de pH variam de 4,51 a 10,2 refletindo, geralmente, seu caráter ácido nas porções superficiais (livres), e básico em suas porções mais profundas (confinadas). A amplitude de variação da temperatura, de 21,3 a 45,4°C, assim como o pH, é resultado das diferentes profundidades de captação dos poços monitorados, atingindo seu valor máximo em profundidade superior a 1000m.

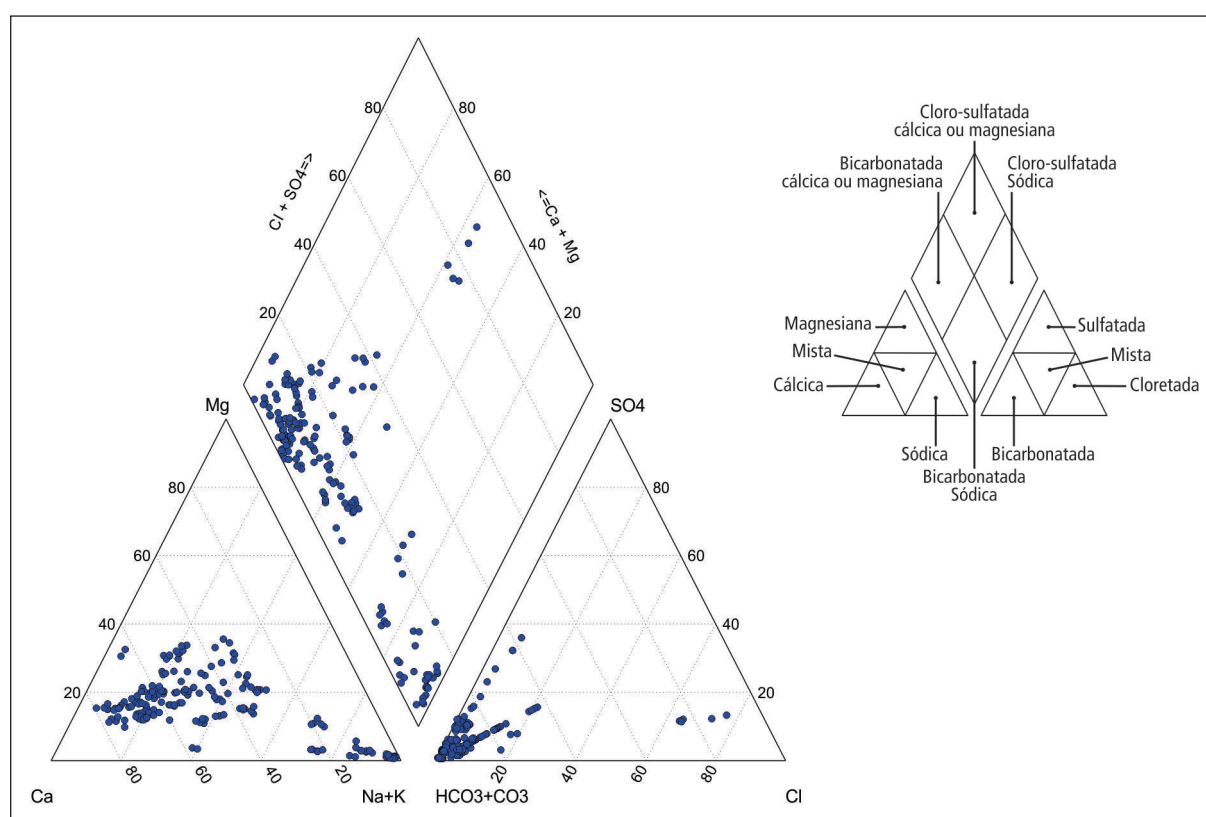
No geral, o SAG apresenta boa qualidade quanto aos seus constituintes inorgânicos, exceto pela presença pontual de alguns metais e ametais, que excederam os padrões organolépticos de potabilidade (alumínio, ferro e manganês) e os padrões de risco à saúde humana (bário, selênio e vanádio). Além disso, o íon nitrato também foi quantificado localmente acima do valor de prevenção ($5 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_3$), entretanto, abaixo do valor máximo permitido.

Os padrões organolépticos foram ultrapassados para alumínio ($200 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$), ferro ($300 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) e manganês ($100 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) em três poços, localizados nas UGRHs 4 e 8, em um total de 54 poços. Para os elementos bário, selênio e vanádio as concentrações máximas determinadas ultrapassaram o VMP estabelecido (bário = $700 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, selênio = $10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ e vanádio = $50 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) em três poços, situados nas UGRHs 13 e 15. O íon nitrato foi identificado em concentrações entre o VP e VMP ($5 \text{ a } 10 \text{ mg N L}^{-1}$) em três poços, localizados nas UGRHs 10, 12 e 13, evidenciando influência antrópica.

Quanto aos parâmetros microbiológicos foram observadas desconformidades em algumas amostras, relacionadas à presença de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli*. A contagem de bactérias heterotróficas indicou sua presença acima do padrão de potabilidade (500 UFC/mL) em três poços, localizados nas UGRHs 4 e 17. O grupo de bactérias coliformes totais foi detectado em 20 amostras, coletadas em 14 poços, localizados nas UGRHs 4, 8, 9 e 13. A espécie *Escherichia coli* ocorreu em apenas dois poços, situados nas UGRHs 8 e 9.

As águas do SAG, segundo o Diagrama de Piper (Figura 4.3.1), são classificadas predominantemente como bicarbonatadas cálcicas e, secundariamente, bicarbonatadas mistas e sódicas.

Figura 4.3.1 – Classificação das águas do SAG, segundo o Diagrama de Piper.



4.4 Sistema Aquífero Tubarão

O Sistema Aquífero Tubarão – SAT tem sua porção aflorante localizada no centro leste do estado, envolvendo parte das UGRHs 4, 5, 9, 10 e 14, região de grande importância socioeconômica, da qual esse aquífero é um importante manancial.

É constituído por rochas que datam do Carbonífero Superior, depositadas em ambiente glacial continental, fluvial e lacustre, com ingressões marinhas e também em ambiente marinho raso, variações que o torna um aquífero extremamente heterogêneo e de difícil definição dos parâmetros hidrogeológicos. Apresenta também variações locais de vazão explorável, com faixas de 0 a 40 m³ h⁻¹ e predominância de 0 a 10 m³ h⁻¹ (DAEE *et al.*, 2005).

As Tabelas 4.4.1a e 4.4.1b apresentam a síntese dos resultados obtidos do período 2013 a 2015 e mostram que as águas do Aquífero Tubarão variam de doces a fracamente salinas, sendo que nesse triênio o pH variou de 4,5 a 10,0. Foram detectadas não conformidades para os elementos chumbo, ferro, fluoreto, manganês, mercúrio, sódio e sulfato.

No triênio 2013-2015, os laboratórios praticaram limites de quantificação – LQ mais elevados que o triênio anterior para algumas amostras de diferentes parâmetros, o que interfere no cálculo da mediana e do 3º Quartil, elevando esses valores e dificultando a comparação entre os triênios. Isso motivou a retirada dos resultados que não foram quantificados, quando a análise da série histórica das concentrações quantificadas demonstrou que os LQs eram muito elevados.

Para o fluoreto foram utilizados quatro diferentes limites de quantificação, sendo que os resultados menores do que um miligrama por litro (LQ=1 mg L⁻¹) foram desconsiderados para a análise estatística.

As concentrações mais elevadas de fluoretos nos poços do SAT, encontradas nas UGRHs 9, 10 e 14, de um modo geral podem ser atribuídas às condições naturais conforme descrito por Hypolito *et al.* (2010).

Tabela 4.4.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Tubarão no período 2013 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Tubarão 2013-2015 (25 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	144	5,6	0,24	305	82,5	127
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	144	38,9	0	307	< 2	20,5
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	144	67,4	0	< 2	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	144	81,3	< 1	3,1	< 1	< 1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	146	45,9	< 0,2	24,9	1	2,5
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	146	--	6,3	1014	210	340
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	146	11,7	< 1,6	137	11,9	42,3
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	121	47,1	< 0,04	2,03	0,1	0,43
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	146	75,3	< 0,05	0,5	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	146	71,2	< 0,1	1	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	146	80,8	< 0,05	0,29	< 0,2	< 0,2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	146	91,1	< 0,01	0,13	< 0,1	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	146	--	4,5	10	7,9	9
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	146	12,3	< 50	629	150	214
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	146	11,6	< 50	660	159	232
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	146	20,5	< 0,6	286	4,2	12
Temperatura	°C	--	146	--	21,2	35	24,1	25,5
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	146	--	0	14000	4	13,8
Coliformes Totais	NMP 100mL ⁻¹	ausência ^B	146	--	presente em 3 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100mL ⁻¹	ausência ^B	146	--	ausente		ausente	ausente

¹ Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

^D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.4.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Tubarão no período 2013 a 2015 - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Tubarão 2013-2015 (25 pontos)					
			Amostras (n°)	< LQ ² (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3° Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	146	35,6	< 2	132	4,7	10,6
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	146	78,1	< 0,01	0,47	< 0,01	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	146	32,9	< 0,2	8,3	0,6	1,3
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	145	0	0,01	286	27	70
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	145	100	< 0,1	< 5	< 0,5	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	146	17,1	< 1	846	6,4	14,4
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	146	74,7	< 0,005	0,19	< 0,005	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	146	8,9	< 0,5	41,1	4,2	14,2
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	146	34,9	< 0,02	13,9	0,09	0,24
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	146	41,1	< 0,01	0,31	0,02	0,07
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	146	21,9	< 0,05	82,2	0,55	1,6
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	146	58,9	< 0,05	1,4	< 0,2	0,28
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	145	97,9	< 0,05	3,1	< 0,2	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	145	0	< 1	842	82,7	180
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	146	15,1	< 2	2903	10,5	36,1
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	146	0	0,27	45,5	7,2	12,9
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	146	23,3	0,09	8,4	0,39	2,2
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	146	4,1	0,05	1004	3,6	15,1
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	145	91	< 0,1	4,3	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	146	11	< 0,01	144,3	0,27	1,2
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	146	32,9	< 0,1	5,1	0,22	0,46
Potássio	mg K L ⁻¹	--	146	1,4	< 0,1	3,8	0,76	2,3
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	146	98	< 0,03	0,27	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	146	74	< 0,1	0,77	< 0,1	0,13
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	146	0	0,29	252	31,9	73,8
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	146	0	0,34	21	1,5	2,2
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	146	17,1	< 0,002	0,7	0,02	0,05
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	146	50,7	< 0,02	17,4	< 0,2	0,31
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	146	6,2	< 0,2	263	3,6	11,2

1 Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

2 Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

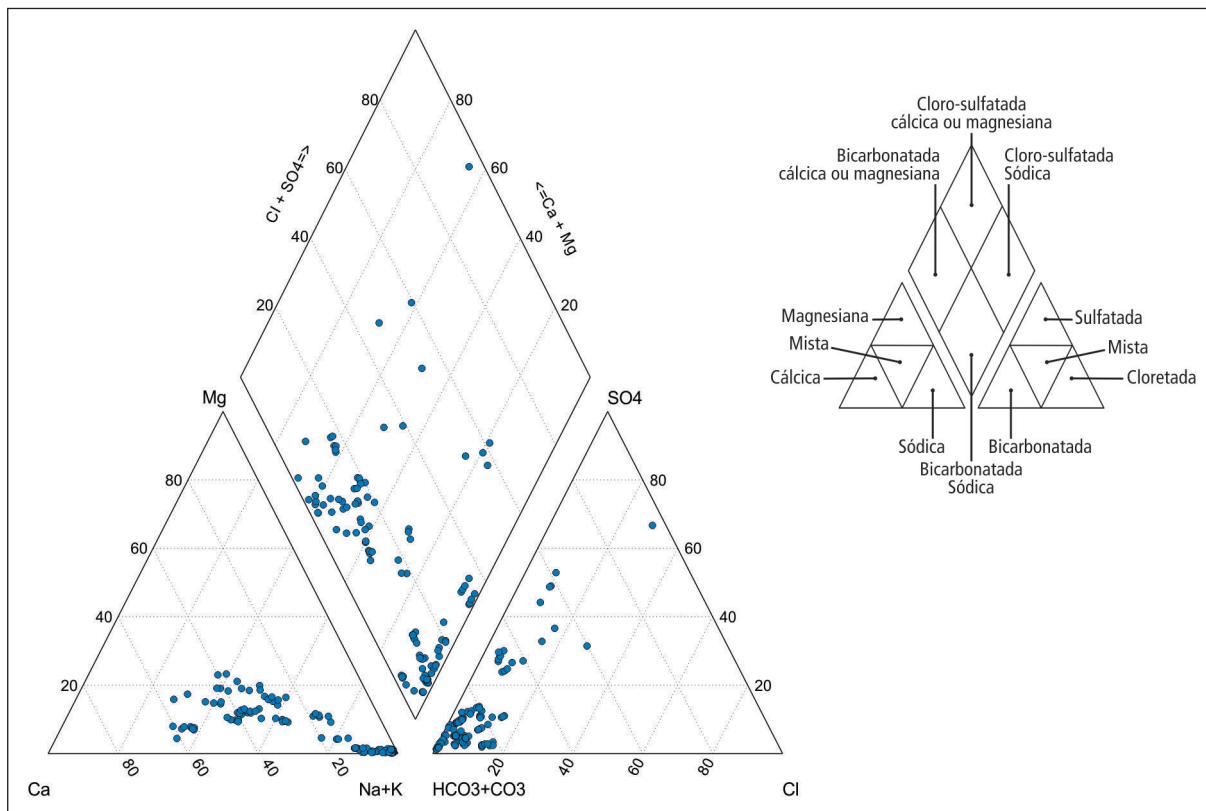
I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

Segundo o Diagrama de Piper (Figura 4.4.1), as águas desse aquífero são preponderantemente bicarbonatadas sódicas e, subordinadamente, bicarbonatadas mistas e cálcicas.

Figura 4.4.1 – Classificação das águas do SAT, segundo o Diagrama de Piper.



4.5 Sistema Aquífero Pré-Cambriano

O Sistema Aquífero Pré-Cambriano (Cristalino) – SAC é um aquífero fraturado que aflora na porção leste do estado, cobrindo uma área de aproximadamente 57.000 km², correspondente a parte das UGRHs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 e 14, onde estão instalados grandes centros urbanos como as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Sorocaba. É constituído por rochas pré-cambrianas (Cristalino) denominadas de ígneas e metamórficas tais como, granitos, gnaisses, mármore, filitos, xistos, etc.

O potencial hídrico destas rochas é limitado à ocorrência de camadas de rochas alteradas e de zonas de fissura, que propiciam a percolação e acúmulo da água subterrânea, resultando em grande variação das condições de produção com valores extremos entre 0 e 50 m³ h⁻¹, com média de 7 m³ h⁻¹ (DAEE *et al.*, 2005).

As Tabelas 4.5.1a e 4.5.1b mostram que, de um modo geral, as águas desse aquífero são pouco salinizadas e apresentam as menores temperaturas dentre os aquíferos monitorados. Como o Aquífero Tubarão, verificam-se pontos com concentrações elevadas de sulfato, fluoreto e sódio, caso de Santo Antônio de Posse.

Alguns resultados abaixo dos limites de quantificação das substâncias fluoreto (LQ=1 mg L⁻¹) e sulfato (LQ=10 mg L⁻¹) não foram considerados na análise estatística para cálculo da mediana e 3º Quartil. Esses LQs muito superiores aos praticados no triênio anterior sobrestimaram os valores calculados, o que impossibilita a avaliação da tendência temporal da qualidade da água. Para subsidiar a decisão de retirada desses resultados foram verificadas as séries históricas de cada ponto em anos anteriores, que demonstraram que a maioria dos pontos possuía concentrações bem abaixo desses limites.

Tabela 4.5.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Sistema Aquífero Pré-Cambriano no período 2013 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Pré-Cambriano 2013-2015 (65 pontos)					
			Amostras (n°)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3° Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	337	1,5	0	208	71	95
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	337	72,7	0	78,6	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	337	73	0	5,9	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	337	72,7	< 1	6,5	< 1	< 1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	343	10,5	< 0,5	40	3	5,1
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	343	--	18	562	172	241
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	343	1,4	< 0,4	219	50	84
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	276	8,7	0,06	10	0,2	0,5
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	343	81,9	< 0,05	0,5	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	343	79	< 0,1	8,2	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	343	44,6	0,06	7,5	0,3	0,93
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	343	96,2	< 0,01	0,2	< 0,1	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	343	--	5	9,4	6,9	7,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	343	31,5	< 50	334	126	169
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	343	23	< 50	560	140	187
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	312	18,6	< 0,5	153	3,3	7,2
Temperatura	°C	--	340	--	16,7	28,5	22,3	23,4
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	343	--	0	> 5700	6	37
Coliformes Totais	NMP 100mL ⁻¹	ausência ^B	343	--	presente em 40 amostras		0	0
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100mL ⁻¹	ausência ^B	343	--	presente em 7 amostras		0	0

¹ Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

^D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.5.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Sistema Aquífero Pré-Cambriano no período 2013 a 2015 - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Pré-Cambriano 2013-2015 (65 pontos)					
			Amostras (n°)	< LQ ² (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3° Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	343	50,4	< 0,002	173	2	7
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	343	62,4	< 0,001	5,9	0,01	0,02
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	343	36,1	< 0,2	126	0,5	1,9
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	343	46,6	< 1	413	26	57
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	343	99,7	< 0,5	5	0,5	1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	343	25	< 0,2	165	4	6,5
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	343	52,8	< 0,005	2,01	< 0,005	0,01
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	343	1,4	0,27	66,1	14,7	24,8
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	343	27,4	< 0,005	145	0,09	0,4
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	343	9	< 0,01	13,7	0,04	0,1
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	343	16,3	< 0,05	1325	0,68	2,6
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	342	30,2	< 0,05	5,3	0,2	0,7
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	343	92,1	< 0,05	40,5	0,2	0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	343	0,9	< 1	959	118	200
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	343	16,3	< 2	28073	14	120
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	343	0	0,18	181	5,7	17,2
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	343	2,6	0,06	20,8	3,7	6,3
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	342	7,6	< 0,05	575	3,4	49
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	342	88	< 0,1	1,01	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	343	8,2	< 0,01	10,2	0,26	1,1
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	343	5,5	< 0,1	50,6	0,67	1,3
Potássio	mg K L ⁻¹	--	343	0	0,34	8,9	2,2	2,9
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	343	96,8	< 0,03	1,4	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	343	57,7	< 0,1	2,2	< 0,1	0,2
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	343	0	1,99	98,5	11,3	16,4
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	343	0	< 0,2	9,6	2,1	2,8
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	343	7,9	< 0,002	72,5	0,07	0,64
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	343	28,3	< 0,02	18	0,35	1,1
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	343	5,2	< 0,2	581	6,2	20

1 Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

2 Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

Em comparação com o panorama apresentado pelo triênio anterior, a qualidade das águas apresenta-se semelhante. Foram encontradas concentrações elevadas para nitrogênio nitrato, fluoreto, arsênio, chumbo, ferro, manganês, sódio, titânio e urânio, além das bactérias heterotróficas.

As concentrações mais elevadas de fluoretos foram observadas no poço localizado em Santo Antônio de Posse. De modo geral, essas concentrações podem ser atribuídas às suas características geológicas, conforme descrito por Hypolito *et al.* (2010).

Em relação ao arsênio, os poços nos quais se observou as maiores concentrações estão localizados nos municípios de Piedade, Poá, Biritiba Mirim, Itapira e Cajamar.

O valor mais levado de chumbo foi observado em 2013 para uma amostra proveniente de Sete Barras, no entanto nos anos seguintes não foram observadas concentrações elevadas para esse parâmetro. Foram também observadas não conformidades para o chumbo em amostras coletadas no município de São Paulo, nas três últimas amostragens.

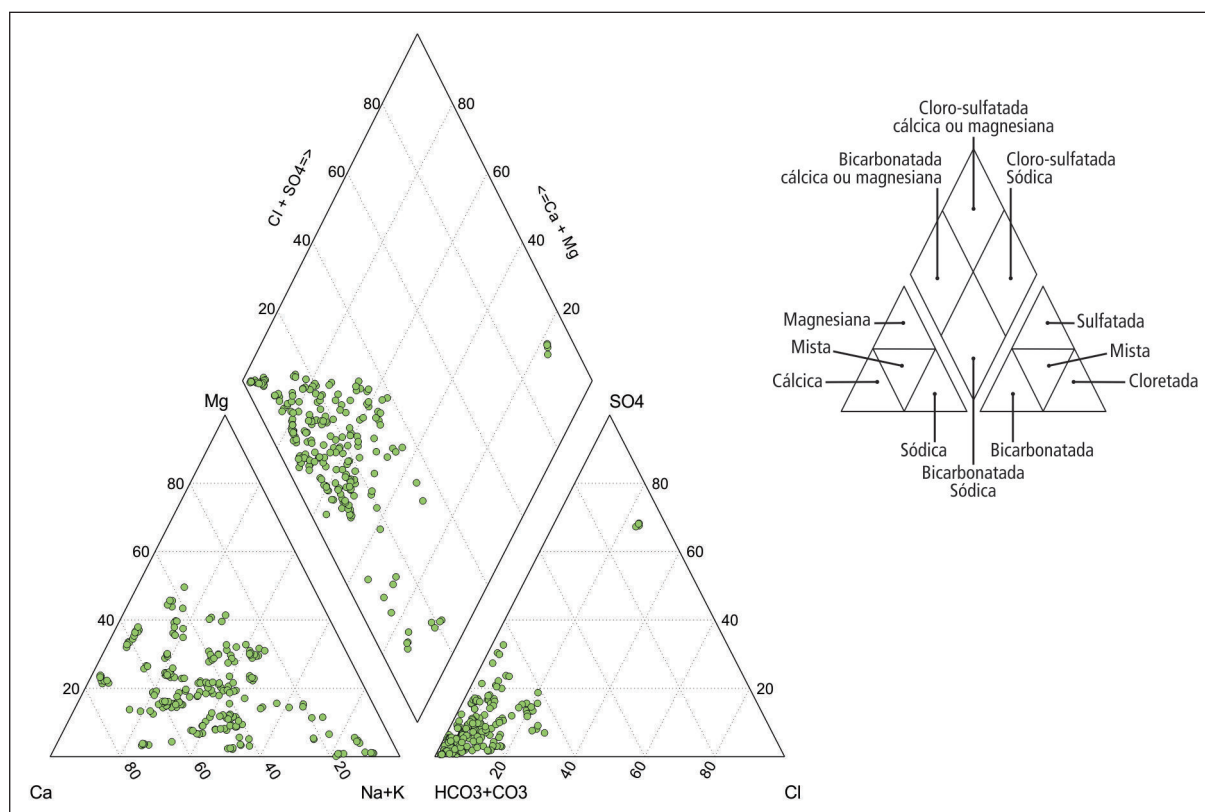
As não conformidades para o parâmetro manganês ocorreram nas amostras coletadas em Sete Barras; as de urânio ocorreram em amostras coletadas no município de Piquete.

Nitrogênio nitrato acima do valor de prevenção da CETESB, de 5 mg L^{-1} , foram observadas em amostras provenientes do poço localizado no município de Itapira.

Foi observada a presença de *E.coli* em apenas 2% das amostras coletadas no Pré-Cambriano, em pontos de coleta situados nos municípios de Mococa, Sete Barras, Monteiro Lobato, Eldorado e Cajati. Para coliformes totais e bactérias heterotróficas, foram observados 15 e 11% de desconformidades respectivamente.

A Figura 4.5.1 mostra a predominância nesse aquífero de águas bicarbonatadas cálcicas e mistas e, subordinadamente bicarbonatadas sódicas.

Figura 4.5.1 – Classificação das águas do Sistema Aquífero Pré-Cambriano, segundo o Diagrama de Piper.



4.6 Sistema Aquífero Taubaté

O Sistema Aquífero Taubaté – SATA é composto por sedimentos terciários que afloram em extensa área com cerca de 2.340 km², no Vale do Rio Paraíba do Sul, porção leste do estado denominada Bacia de Taubaté. A região é um importante eixo econômico entre São Paulo e Rio de Janeiro, abrangendo cidades de médio a grande porte como São José dos Campos, Jacareí, Taubaté e Aparecida.

É um aquífero com uma variada composição litológica, do tipo multicamadas com alternância de camadas arenosas ou aquíferas, fácies fluvial, argilosas ou confinantes, fácies lacustres ou planícies de inundação. Ocorre principalmente de forma livre, ou pouco confinada (DAEE *et al.* 2005).

As vazões exploráveis variam de 40 a 80 m³ h⁻¹ e de 80 a 120 m³ h⁻¹, mas as vazões menos favoráveis, inferiores a 10 m³ h⁻¹, ocorrem onde há predominância de argilitos e folhelhos com características de aquíclode, localizados entre os municípios de Taubaté e Pindamonhangaba.

A síntese dos resultados do monitoramento de 2013 a 2015, com a caracterização química e física das águas do Aquífero Taubaté encontram-se nas Tabelas 4.6.1a e 4.6.1b.

Os resultados mostram manutenção das características, com águas de baixo teor de sais dissolvidos, nitratos, fluoretos, cloretos e sulfatos. Como no triênio anterior, apenas ferro e manganês foram os elementos que apresentaram uma amostra com concentração acima do valor máximo permitido para o padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Diferentemente do histórico anterior, houve uma ultrapassagem do padrão de potabilidade para risco à saúde humana para arsênio, com valor anômalo de 11,1 µg L⁻¹ no ponto de amostragem de Guararema, que deverá ser acompanhado nas próximas campanhas para avaliar se foi uma ocorrência isolada ou não.

Os parâmetros microbiológicos bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli* apresentaram alguns pontos em desconformidade, totalizando respectivamente 6%, 31% e 8% das amostras.

As concentrações de nitrogênio nitrato permaneceram estáveis e em patamares baixos, com concentração máxima verificada em ponto monitorado no município de Taubaté, de apenas 0,31 mg L⁻¹. Apesar dos resultados obtidos na totalidade das campanhas estarem abaixo desse valor, foram retirados os resultados de amostras (25% do total) que apresentaram resultados abaixo do LQ (0,2 mg L⁻¹), de modo a não influenciar sobremaneira os resultados de mediana e de 3º Quartil.

Tabela 4.6.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Taubaté no período 2013 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Taubaté 2013-2015 (6 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	36	3	< 20	130	71,5	112
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	36	0	0	0	0	0
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	36	0	0	0	0	0
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	36	75	< 1	2	< 1	< 1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	36	50	< 0,5	2	< 1	1,1
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	36	--	34	287	163	249
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	36	0	11,2	124	26,4	53,9
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	36	36	< 0,1	0,46	0,15	0,23
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	36	69	< 0,05	1,1	< 0,1	0,37
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	36	67	< 0,5	4,2	< 0,5	0,65
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	27	63	< 0,1	0,31	< 0,1	0,15
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	36	100	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	36	--	6	7,7	7	7,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	36	69	< 50	160	< 50	61
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	36	25	< 50	290	93	130
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	36	11	< 1	7,5	2,5	3,8
Temperatura	°C	--	36	--	20	28	24,5	26
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	36	--	0	> 5700	18,5	74,3
Coliformes Totais	NMP 100mL ⁻¹	ausência ^B	36	--	presente em 11 amostras		ausente	presente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100mL ⁻¹	ausência ^B	36	--	presente em 3 amostras		ausente	ausente

¹ Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

^D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.6.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Taubaté no período 2013 a 2015 - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero Taubaté 2013-2015 (6 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ² (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	36	58	< 2	51,3	< 2	2,8
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	36	92	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	36	19	< 0,2	11,1	0,9	1,9
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	36	0	40	565	61,3	110
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	36	97	< 0,5	2	< 0,5	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	36	0	2	59,7	14,3	27,9
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	36	69	< 0,005	0,03	< 0,005	0,01
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	36	0	3,7	36,3	8,5	20,1
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	36	28	< 0,03	3,5	0,09	0,18
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	36	3	< 0,01	2,4	0,03	0,09
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	36	14	< 0,18	3,7	0,42	1,2
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	36	56	< 0,05	1,1	< 0,2	0,37
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	36	100	< 0,05	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	36	0	50	691	110	222
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	35	0	5,9	1017	55	124
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	36	0	1	17,1	5,5	10,2
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	36	0	0,38	8,1	0,85	2,2
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	36	0	1,4	444	27,7	77,4
Merúrio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	36	100	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	36	0	0,04	4,8	0,27	0,8
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	36	0	0,1	5,2	0,5	0,85
Potássio	mg K L ⁻¹	--	36	0	1,3	5,5	3,6	4,1
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	36	100	< 0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	36	67	< 0,1	0,61	< 0,1	0,17
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	36	0	7,4	57	16	23
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	36	0	0,9	7,4	2,4	3,1
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	36	0	0,003	2,1	0,04	0,11
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	36	56	< 0,02	6,7	< 0,2	0,35
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	36	0	1,2	387	7,6	10,9

1 Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

2 Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

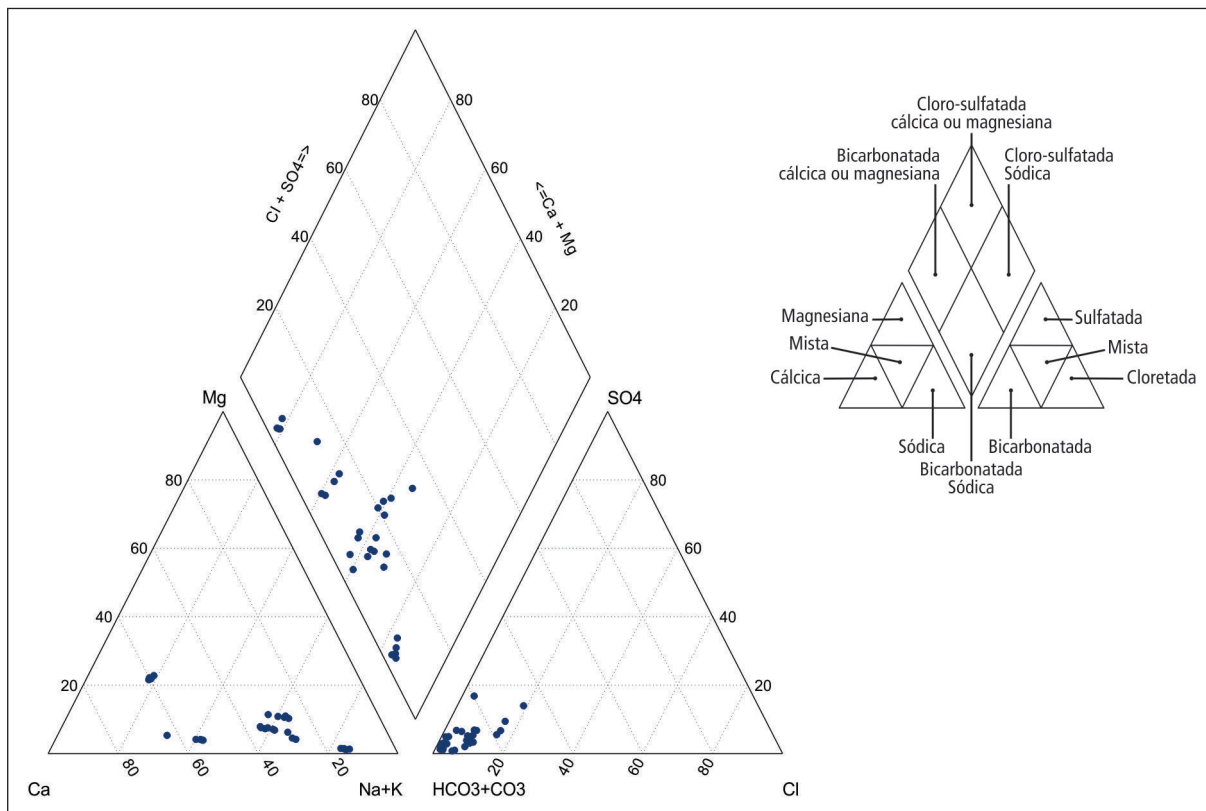
I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

As águas do SATA podem ser classificadas, pelo Diagrama de Piper, como águas predominantemente bicarbonatadas sódicas e, secundariamente bicarbonatadas cálcicas (Figura 4.6.1).

Figura 4.6.1 – Classificação das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Taubaté, segundo o Diagrama de Piper.



4.7 Sistema Aquífero São Paulo

O Sistema Aquífero São Paulo – SASP ocorre na Bacia de São Paulo, ocupando uma área de 1000 km², onde está localizada a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.

É constituído por um pacote de rochas sedimentares com litologia variada, caracterizada por predominância de camadas argilosas, intercaladas por lentes de areia distribuídas irregularmente na porção central da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, o que lhe confere vazões explotáveis que variam de 10 a 40 m³ h⁻¹. É um aquífero livre a semiconfinado, de porosidade primária e espessura média de 100 m, mas atingindo em algumas áreas até 250 m (DAEE *et al.*, 2005).

Recoberto apenas 25% da área da Bacia do Alto Tietê, é o aquífero mais intensamente explorado na região. Conforme a síntese dos resultados apresentada nas Tabelas 4.7.1a e 4.7.1b, apenas os elementos ferro e manganês apresentaram pontualmente concentrações acima dos valores máximos permitidos. Neste triênio o percentil 75 de manganês foi superior ao padrão de potabilidade.

Os resultados indicam um aquífero pouco mineralizado com pH entorno da neutralidade.

Tabela 4.7.1a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero São Paulo no período 2013 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero São Paulo 2013-2015 (5 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	18	0	19	103	58,5	69,4
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	18	100	< 2	< 2	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	18	100	< 2	< 2	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	18	83,3	< 1	2,3	< 1	< 1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	18	94,4	< 0,5	< 1	< 1	< 1
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	18	--	43,6	198	120	143
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	18	0	11	32,6	27,8	30,1
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	12	0	0,11	0,73	0,25	0,63
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	18	88,9	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	18	100	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	18	100	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	18	100	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	18	--	6,4	7,8	6,9	7,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	18	16,7	82	154	118	144
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	18	5,6	< 100	154	124	145
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	18	5,6	< 1	4,1	3,4	3,8
Temperatura	°C	--	18	--	23	28,1	25,8	26,1
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	18	--	0	2000	15	34
Coliformes Totais	NMP 100mL ⁻¹	ausência ^B	18	--	presente em 1 amostra		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100mL ⁻¹	ausência ^B	18	--	ausente		ausente	ausente

1 Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.7.1b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero São Paulo no período 2013 a 2015 - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Sistema Aquífero São Paulo 2013-2015 (5 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ² (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	18	83,3	< 2	12,2	< 2	< 2
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	18	94,4	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	18	50	< 0,2	2,8	< 0,5	0,73
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	18	0	22,6	175	60,4	73,7
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	18	100	< 0,5	< 2	< 0,5	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	18	0	1,8	13	7,3	9,1
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	18	88,9	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	18	0	2,4	9,9	7,1	8,6
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	18	5,6	0,04	0,96	0,13	0,28
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	18	0	0,01	0,27	0,03	0,08
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	18	16,7	< 0,2	4,3	0,77	1,4
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	18	33,3	0,11	0,85	0,22	0,24
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	18	100	< 0,05	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	18	0	31,1	184	110	129
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	18	0	12,9	518	101	169
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	18	0	2,5	8,3	5,1	5,7
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	18	0	1,3	2,6	2,3	2,4
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	18	0	1,8	321	82,7	125
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	18	94,4	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	18	0	0,01	0,7	0,39	0,52
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	18	11,1	< 0,1	0,84	0,31	0,4
Potássio	mg K L ⁻¹	--	18	0	3,1	6,6	5,1	5,5
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	18	100	< 0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	18	66,7	< 0,1	1,6	< 0,1	0,74
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	18	0	2,7	36,8	13,1	20,5
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	18	0	1,1	4,4	2,1	3,1
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	18	11,1	< 0,002	0,06	0,02	0,03
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	18	55,6	< 0,02	0,43	< 0,2	< 0,2
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	18	0	2,5	2179	28,95	202

¹ Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

² Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

^D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

^E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

^F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

^G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

^H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

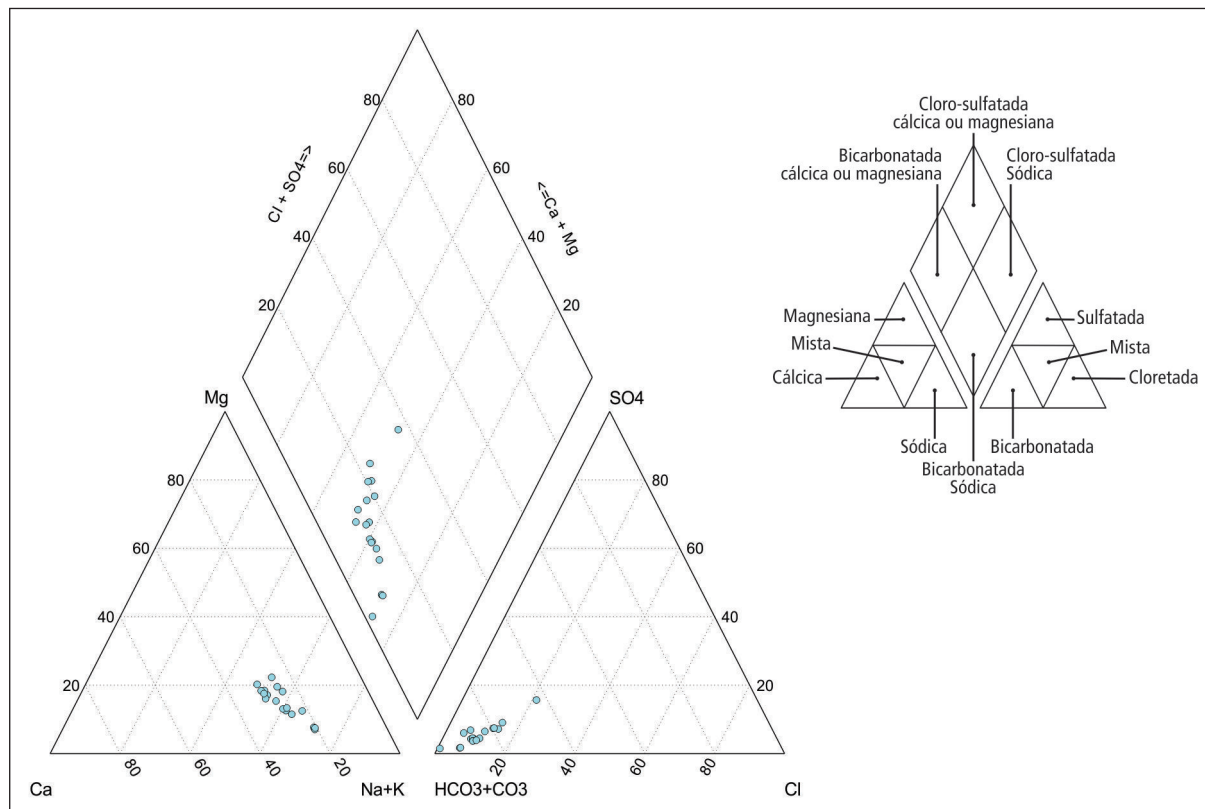
^I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

^J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

^K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

Segundo o Diagrama de Piper contido na Figura 4.7.1, as águas desse aquífero são predominantemente bicarbonatadas sódicas.

Figura 4.7.1 – Classificação das águas subterrâneas do Sistema Aquífero São Paulo, segundo o Diagrama de Piper.



4.8 Evolução da qualidade dos aquíferos

Os valores obtidos para o 3º Quartil por parâmetro monitorado a cada triênio, do período 2001 a 2015, e sistematizados por aquífero são apresentados nas Tabelas 4.8.1a a 4.8.7b, nas quais é possível observar as alterações temporais da qualidade dos aquíferos.

De maneira geral, observa-se pouca variação nas concentrações das substâncias monitoradas, com exceção do nitrogênio nitrato e pH.

Em relação ao nitrogênio nitrato observou-se que as concentrações no Aquífero Bauru apresentam tendência de redução. O Serra Geral, principalmente, e o Pré-Cambriano, apresentaram leve tendência de aumento dessas concentrações. Os demais aquíferos mantiveram concentrações semelhantes aos últimos triênios.

Tabela 4.8.1a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			63 pontos	65 pontos	61 pontos	75 pontos	89 pontos
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	107	112	112	105	104
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	7,8	3,4	4,5	1	1
Cianeto	mg CN L ⁻¹	0,07 ^B	--	< 0,006	--	--	--
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	4,5	4,7	5,2	5,2	5,6
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	244	252	253	252	242
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	97	100	100	102	101
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	0,28	0,28	0,2	0,22	< 0,5
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	0,05	0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,15	0,15	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	2,9	3,9	5	4,5	3,3
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	< 0,002	< 0,004	0,01	< 0,01	< 0,2
pH	--	6,0-9,5 ^D	7,8	7,6	7,3	7,1	7,7
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	196	202	187	184	188
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	223	202	204	204
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	< 10	< 10	< 10	< 2	< 1
Temperatura	°C	--	25	26	26	26	25,9
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	1	0	7	8	8

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.8.1b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			63 pontos	65 pontos	61 pontos	75 pontos	89 pontos
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	40	60	< 20	< 20	4
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	--	< 2	--	--	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	0,3	--	0,5
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	240	240	260	240	290
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	--	--	< 5	< 10	< 2
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	< 30	< 30	30	< 100	6,2
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 0,1	< 0,1	--	< 3	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	27,1	24,4	27,8	27,6	28
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	< 4	< 5	0,17
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	< 10	--	--	--	0,12
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 10	< 10	< 10	6	1,1
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	40	30	30	30	37,4
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	< 50	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	--	--	365	436	420
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	< 30	< 10	< 10	< 20	6
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	--	--	--	10	6,2
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	8,3	6,8	7,6	8,1	8,1
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	< 6	< 5	< 5	< 20	0,67
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 0,1	--	--	< 0,6	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	--	--	--	0,01
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 20	--	--	< 5	1,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,5	4,3	4,5	5,6	5,1
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	--	--	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	--	< 0,1
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	15	16,2	14	17,3	15,9
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	--	--	--	< 5	3,3
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	--	--	--	0,19
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	20	--	--	20	18,9
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	--	30	20	40	8,4

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano)

Tabela 4.8.2a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Serra Geral por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			10 pontos	12 pontos	14 pontos	28 pontos	42 pontos
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	76	68	71	77	84
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	2	48
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	< 2	< 5
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	7,2	2,8	3,7	< 1	< 1
Cianeto	mg CN L ⁻¹	0,07 ^B	< 0,006	--	--	--	--
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	1,5	1,2	1,5	2,5	5
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	172	166	169	200	284
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	57	48	49	56	68,4
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	0,26	0,18	0,16	0,18	0,5
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	< 0,05	< 0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,15	0,24	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	0,46	0,66	0,84	1,5	2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	--	< 0,004	< 0,01	< 0,01	< 0,2
pH	--	6,0-9,5 ^D	8	7,7	7,2	7,1	9,4
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	139	152	130	158	214
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	170	148	180	226
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	< 10	< 10	< 10	< 2	< 10
Temperatura	°C	--	27	26	26,5	26,5	26,5
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	5	5	10	17	6

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.8.2b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Serra Geral por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			10 pontos	12 pontos	14 pontos	28 pontos	42 pontos
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	30	40	20	20	9
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	--	< 2	--	--	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	0,6	--	< 0,82
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	< 80	30	50	50	28,5
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	--	--	< 5	< 10	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	< 30	< 30	30	< 100	26,3
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 0,1	< 0,1	--	< 3	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	15,2	12,5	13,6	16,3	17,7
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	< 4	< 5	0,12
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	< 10	< 10	--	--	0,04
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 10	< 10	< 10	< 5	0,88
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	2	2	3	3	4,9
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	< 50	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	--	--	124	127	150
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	< 30	< 10	10	< 20	5,4
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	--	--	--	< 10	1,7
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	4,5	3,2	3,3	4,3	4,9
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	< 6	< 5	5	< 20	0,3
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 0,1	< 0,1	--	< 0,6	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	--	--	--	0,25
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 20	--	--	< 5	0,53
Potássio	mg K L ⁻¹	--	2,7	2,1	2,1	2,3	1,7
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	--	--	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	--	0,99
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	12,6	16,2	15,3	25,8	60,4
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	--	--	--	< 5	3,2
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	--	--	--	0,28
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	< 20	--	--	23	36,6
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	--	20	30	40	5,5

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano)

Tabela 4.8.3a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			40 pontos	42 pontos	41 pontos	54 pontos	54 pontos
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	78	79	77	86	89
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	< 2	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	3,4	2,5	3,5	< 1	< 1
Cianeto	mg CN L ⁻¹	0,07 ^B	< 0,006	--	--	--	--
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	1	1,2	1,2	1	1,2
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	160	164	161	181	174
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	56	63	58	62	64
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	0,24	0,16	0,16	0,12	0,12
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	< 0,05	0,05	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,15	0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	0,3	0,3	0,31	0,29	< 1
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	< 0,003	0,004	< 0,01	< 0,01	< 0,01
pH	--	6,0-9,5 ^D	7	7,4	7,1	7,5	7,8
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	118	125	113	122	132
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	137	129	146	141
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	< 10	< 10	< 10	< 2	< 1
Temperatura	°C	--	28,2	28	29	30	29,6
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	7	1	5	6	9

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.8.3b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			40 pontos	42 pontos	41 pontos	54 pontos	54 pontos
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	20	50	30	< 20	4
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	--	< 2	--	--	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	0,7	--	0,84
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	80	50	50	43	61
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	--	--	< 5	< 10	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	< 30	< 30	< 30	< 100	5
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 0,1	< 0,1	--	< 3	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	17,6	18,3	18,8	19	19,5
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	< 4	< 5	0,19
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	< 10	--	--	--	0,13
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 10	< 10	< 10	6,3	2,1
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	4	3	3	3,5	3,2
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	< 50	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	--	--	112	134	140
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	< 20	10	10	< 20	4,1
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	--	--	--	< 10	2,9
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	4	2,7	2,8	3	3,3
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	< 6	5	5	< 20	0,5
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 0,1	--	--	< 0,6	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	--	--	--	0,03
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 20	--	--	< 5	0,64
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,2	4	4,1	5	4,3
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	--	--	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	--	0,4
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	7,9	7,2	6,5	14,6	10,3
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	--	--	--	< 5	2,2
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	--	--	--	0,05
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	< 20	--	--	11,4	7,2
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	--	10	20	40	4,8

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano)

Tabela 4.8.4a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Tubarão por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			16 pontos	15 pontos	14 pontos	19 pontos	25 pontos
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	149	153	149	125	127,3
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	2	2	32	20	20,5
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	2	2	< 2	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	6,4	3,1	5,7	5,1	< 1
Cianeto	mg CN L ⁻¹	0,07 ^B	< 0,006	--	--	--	--
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	16	10,2	5,3	2,8	2,5
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	405	385	387	307	340
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	68	63	48	41	42,3
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	0,49	0,56	0,4	0,26	0,43
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	0,06	0,09	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,38	0,48	0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	0,23	0,22	< 0,2	0,23	< 0,2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	--	< 0,004	< 0,01	< 0,01	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	8,9	9	8,8	9	9
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	417	343	259	219	214
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	361	267	231	232
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	--	17,7	15,5	12	12
Temperatura	°C	--	26	26	26	26	25,5
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	10	14	9	7	14

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.8.4b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Tubarão por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			16 pontos	15 pontos	14 pontos	19 pontos	25 pontos
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	30	40	20	40	10,6
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	--	< 2	--	--	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	--	1,3
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	80	80	80	50	70
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	--	--	< 5	< 10	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	70	40	40	< 100	14,4
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 3	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	25,5	18,4	16	13,9	14,2
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	< 4	< 5	0,24
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	< 10	--	--	--	0,07
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 10	< 10	< 10	< 5	1,6
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	< 0,5	1	< 2	< 3	0,28
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	< 50	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	--	--	230	170	180
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	20	70	30	30	36,1
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	--	--	--	14	12,9
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	3,8	3,9	3,4	2,4	2,2
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	30	30	30	< 20	15,1
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 0,1	--	--	< 0,2	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	--	--	--	1,2
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 20	--	--	< 5	0,46
Potássio	mg K L ⁻¹	--	2,4	2,1	2,1	2,4	2,3
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	--	--	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	--	0,13
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	89	90,9	85,9	66,8	73,8
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	--	--	--	5	2,2
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	--	--	--	0,05
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	< 20	--	--	< 10	0,31
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	--	< 10	10	21,2	11,2

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano)

Tabela 4.8.5a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Pré-Cambriano por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			27 pontos	38 pontos	35 pontos	53 pontos	66 pontos
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	110	99	108	100,5	95
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	< 2	< 2	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	< 2	< 2	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	5,7	4,8	6,2	3,4	< 1
Cianeto	mg CN L ⁻¹	0,07 ^B	< 0,006	< 0,01	--	--	--
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	4,5	5	5,9	5,1	5,1
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	260	245	256	236	241
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	106	81	76	78	84
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	0,67	0,68	0,5	0,5	0,5
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	0,07	0,08	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,35	0,49	0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	0,55	0,56	0,89	0,9	0,93
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	--	< 0,004	< 0,01	< 0,02	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	7,8	7,5	7,3	7,4	7,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	201	196	196	174	169
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	199	204	194	187
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	14,8	10,5	10,3	10	7,2
Temperatura	°C	--	25	24	24	23,8	23,4
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	28	50	23	27	37

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.8.5b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Pré-Cambriano por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			27 pontos	38 pontos	35 pontos	53 pontos	66 pontos
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	50	90	60	60	7
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	--	< 2	--	--	0,02
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	< 2	--	1,9
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	< 80	70	70	50	57
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	--	--	< 5	< 10	1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	< 30	< 30	< 30	< 100	6,5
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 0,1	< 0,1	--	< 3	0,01
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	32	25,1	24	23,2	24,8
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	< 4	< 5	0,4
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	< 10	< 10	--	--	0,1
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 10	< 10	< 10	< 5	2,6
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	2	1	< 2	< 3	0,7
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	< 50	0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	--	--	165	194	200
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	70	100	100	90	120
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	--	--	--	15,3	17,2
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	6,3	5	4,4	5,3	6,3
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	40	40	40	40	49
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 0,1	< 0,1	--	< 0,2	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	--	--	--	1,1
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 20	< 20	--	< 5	1,3
Potássio	mg K L ⁻¹	--	3	2,3	2,2	2,8	2,9
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	--	--	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	--	--	0,2
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	16,5	15,5	15,1	18,8	16,4
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	--	--	--	< 5	2,8
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	--	--	--	0,64
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	< 20	< 20	--	< 10	1,1
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	--	10	20	20	20

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano)

Tabela 4.8.6a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Taubaté por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			4 pontos	7 pontos	6 pontos	6 pontos	6 pontos
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	68	69	99	111	112
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	0
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	0
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	--	3,3	3,5	4,6	< 1
Cianeto	mg CN L ⁻¹	0,07 ^B	--	--	--	--	--
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	1	1,5	1,2	1,4	1,1
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	146	160	200	195	249
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	40	40	44	49	53,9
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	0,3	0,32	0,26	0,37	0,23
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	0,04	0,23	0,34	< 0,5	0,37
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,08	0,33	< 0,5	< 0,5	0,65
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	0,02	0,01	0,2	0,12	0,15
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	--	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	7,1	7	7,3	7,5	7,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	146	156	155	94	61
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	147	162	156	117	130
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	< 10	< 10	< 10	2,8	3,8
Temperatura	°C	--	26	25,5	25	27	26
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	0	102,5	0	32	74,3

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.8.6b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Taubaté por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.

Parâmetro	Unidade	VMP	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			4 pontos	7 pontos	6 pontos	6 pontos	6 pontos
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	< 150	< 150	< 20	< 30	2,8
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	--	< 2	--	--	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 2	< 2	--	1,9
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	110	100	100	90	110
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	--	--	< 5	< 10	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	< 30	60	40	70	27,9
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 5	< 5	--	< 1	0,01
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	8,2	12	16,1	18,4	20,1
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 40	< 40	< 4	< 5	0,18
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	< 10	--	--	--	0,09
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 10	< 10	< 10	< 5	1,2
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	< 5	< 5	< 2	< 3	0,37
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	< 50	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	--	--	178	220	222
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	< 70	100	110	70	124
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	--	--	--	9,4	10,2
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	0,63	1,2	1,5	2,1	2,2
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	20	30	30,00	50	77,4
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 1	--	--	< 0,2	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	--	--	--	0,8
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 20	--	--	< 5	0,85
Potássio	mg K L ⁻¹	--	3,4	5	3,7	4,5	4,1
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	--	--	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	--	0,17
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	19,4	22,7	19,6	30,3	23
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	--	--	--	< 5	3,1
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	--	--	--	0,11
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	--	--	--	< 3	0,35
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	--	20	20	< 20	10,9

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano)

Tabela 4.8.7a – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero São Paulo por triênio no período 2001 a 2015 - parte 1.

Parâmetro	Unidade	VMP	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			5 pontos	4 pontos	4 pontos	5 pontos
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	69	83	71	69,4
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	< 2	< 2	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	< 2	< 2	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	3,7	3,6	2,3	< 1
Cianeto	mg CN L ⁻¹	0,07 ^B	--	--	--	--
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	1,2	0,5	< 1	< 1
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	145	127	151	143
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	32	30	27	30,1
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	0,37	0,19	0,47	0,63
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	0,07	0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,3	0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	< 0,004	< 0,01	< 0,01	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	7,2	7	7,1	7,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	132	128	123	144
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	144	137	144	145
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	< 10	< 10	3,4	3,8
Temperatura	°C	--	27	26	26	26,1
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ^B	44	90	145	34

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 4.8.7b – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero São Paulo por triênio no período 2001 a 2015 - parte 2.

Parâmetro	Unidade	VMP	2004-06	2007-09	2010-12	2013-15
			5 pontos	4 pontos	4 pontos	5 pontos
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	40	60	< 30	< 2
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	< 2	--	--	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	0,73
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	140	110	100	73,7
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	--	--	< 1	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	< 30	< 30	79	9,1
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 0,1	--	< 1	< 0,005
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	8,7	7,7	6,9	8,6
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 2	< 4	< 5	0,28
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	--	--	--	0,08
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 10	< 10	5	1,5
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	2	< 1	< 3	0,24
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	--	--	< 50	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	--	--	104	129
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	190	250	190	169
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	--	--	8,1	5,7
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	2,4	2,4	2,2	2,4
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	100	100	60	125
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 0,1	--	< 0,2	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	--	--	0,52
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 20	--	< 3	0,4
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,5	5,2	4,8	5,5
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	--	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	< 2	--	--	0,74
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	17,3	--	21,3	20,5
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	--	--	< 5	3,1
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	--	--	0,03
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	< 20	--	< 3	< 0,2
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	30	50	< 20	202

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano)

O Gráfico 4.8.1, do tipo *box-and-whisker*, retrata a variação do universo amostral de cada aquífero para o nitrogênio nitrato. Observa-se que o Bauru e o Serra Geral se destacam com maior amplitude e maiores concentrações de seus conjuntos de dados, e com diferenças estatisticamente significativas em relação aos demais aquíferos e entre si. Os valores extremos ocorrem tanto para esses dois aquíferos quanto para o Guarani e o Pré-Cambriano.

No Aquífero Serra Geral, cujo número de poços monitorados foi significativamente ampliado nesse período, houve aumento representativo de pH e, também, de condutividade elétrica e sódio em relação aos triênios anteriores.

Em relação aos demais parâmetros analisados, não foram verificadas alterações de destaque, demonstrando a tendência de manutenção da qualidade dos aquíferos em relação ao triênio anterior.

Os Gráficos 4.8.2 a 4.8.8 mostram as diferenças entre o conjunto de dados dos aquíferos em relação ao pH, condutividade elétrica, dureza, cloreto, magnésio, potássio e sódio.

Para o nível de confiança igual a 95%, diferenças estatisticamente significantes entre si e em relação aos demais aquíferos foram encontradas: entre Bauru e Pré-Cambriano para dureza total e magnésio; entre Tubarão e Serra Geral para sódio; e entre Pré-Cambriano e São Paulo para potássio.

Serra Geral e Tubarão mostraram semelhança entre si para pH e condutividade elétrica e diferença significativa em relação aos demais aquíferos. Bauru apresenta diferença significativa perante todos os aquíferos com exceção do Pré-Cambriano para cloreto.

No triênio 2013 a 2015, a utilização do equipamento ICP Massa nas análises laboratoriais de metais, semi-metais e ametais, com limites de quantificação bem inferiores aos demais triênios, permitiu a quantificação de antimônio, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, níquel, prata, selênio e urânio; ainda que alguns desses elementos continuem apresentando o 3º Quartil inferior ao LQ, devido às baixas concentrações na maioria das amostras. No futuro próximo será possível estabelecer novos valores de referência de qualidade para esses parâmetros.

Nesse triênio foram realizadas análises de crômio hexavalente mas, devido à metodologia utilizada, o limite de quantificação dessa substância foi igual a $40 \mu\text{g L}^{-1}$, muito elevada para as concentrações de crômio total da maioria dos aquíferos exceto do Bauru. No SAB a fração de crômio hexavalente representa 85% da concentração total de crômio, quando considerada a mediana dos resultados.

Os gráficos tipo *box-and-whisker*, elaborados para alumínio, ferro e manganês (gráficos 4.8.9 a 4.8.11), mostram que para esses elementos há um grande número de resultados atípicos, incluindo extremos, para o conjunto dos dados de cada aquífero. Para ferro, o Pré-Cambriano se diferencia estatisticamente dos demais aquíferos. Esse aquífero também se diferencia dos demais para alumínio, com exceção do Tubarão. O manganês, dentre os três elementos, é o que mostra maior distinção dos aquíferos São Paulo e Taubaté em relação aos demais, com poucos resultados atípicos; Bauru, Guarani, Pré-Cambriano, Serra Geral e Tubarão mostram um grande número de resultados atípicos, incluindo extremos.

Os Gráficos 4.8.12 e 4.8.15 apresentam a comparação do conjunto dos resultados de bário e crômio, estrôncio e vanádio. Verifica-se que para esses elementos o Bauru apresenta diferença estatisticamente significativa dos demais, para nível de confiança de 95%. O Aquífero Serra Geral também apresenta diferença estatisticamente significativa dos demais aquíferos para vanádio; e também para o crômio, com exceção em relação aos resultados do Guarani. O SATA possui diferença estatística significativa para bário em relação aos demais, com exceção do São Paulo.

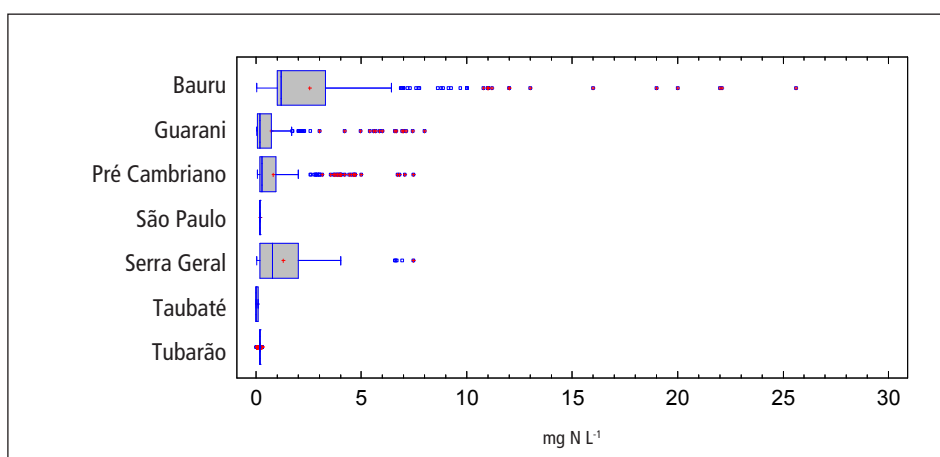
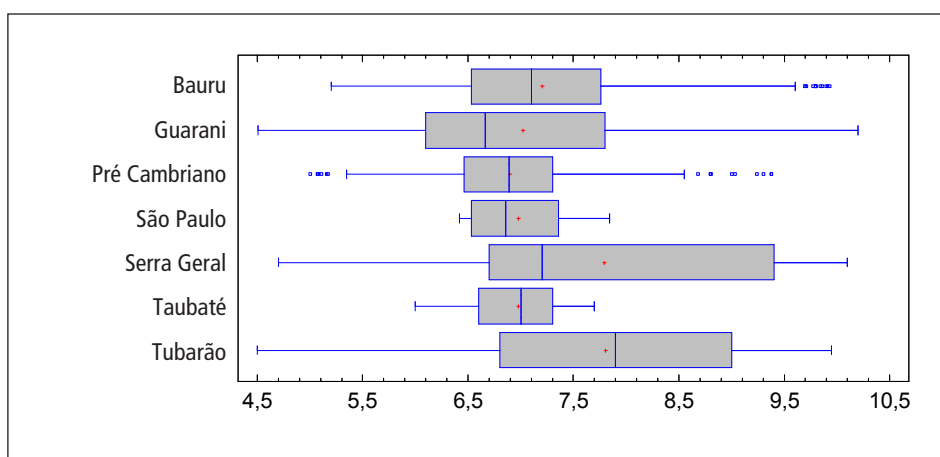
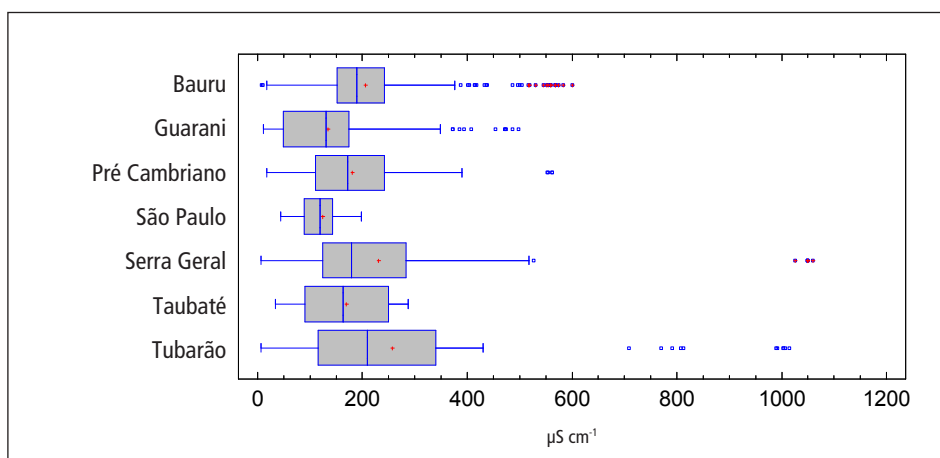
Gráfico 4.8.1 – *Box-and-whisker* para nitrogênio nitrato no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.2** – *Box-and-whisker* para pH no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.3** – *Box-and-whisker* para condutividade elétrica no período de 2013 a 2015.

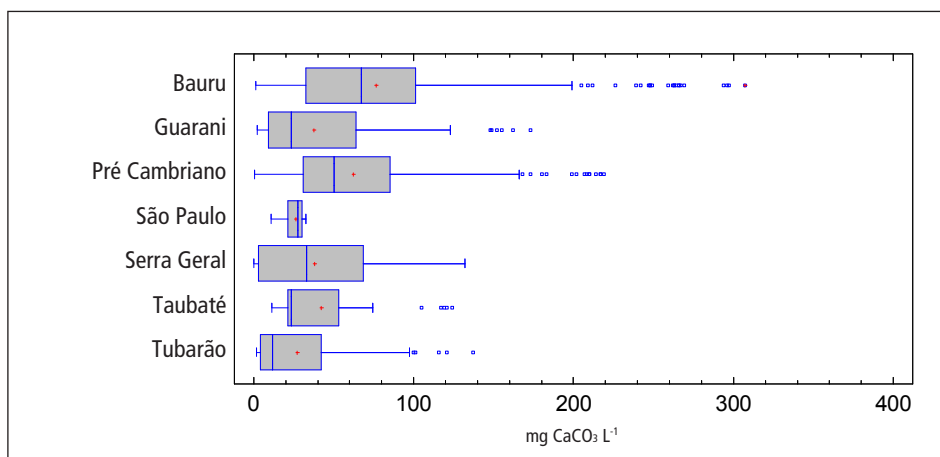
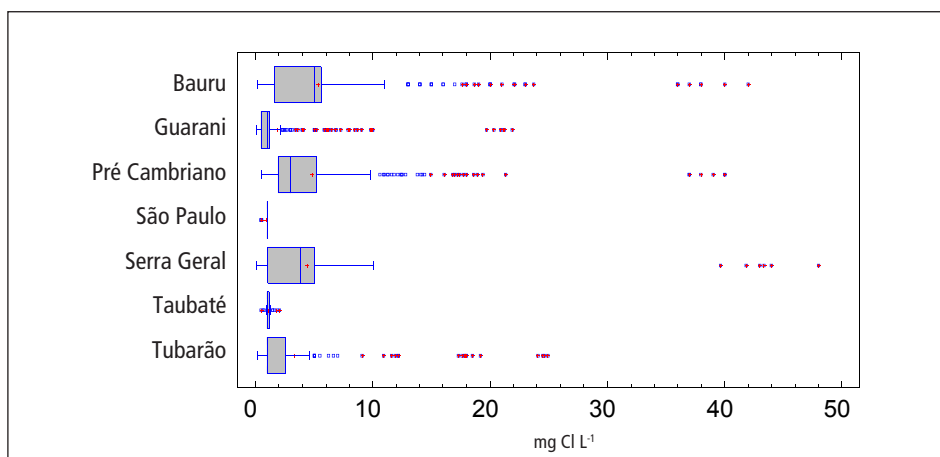
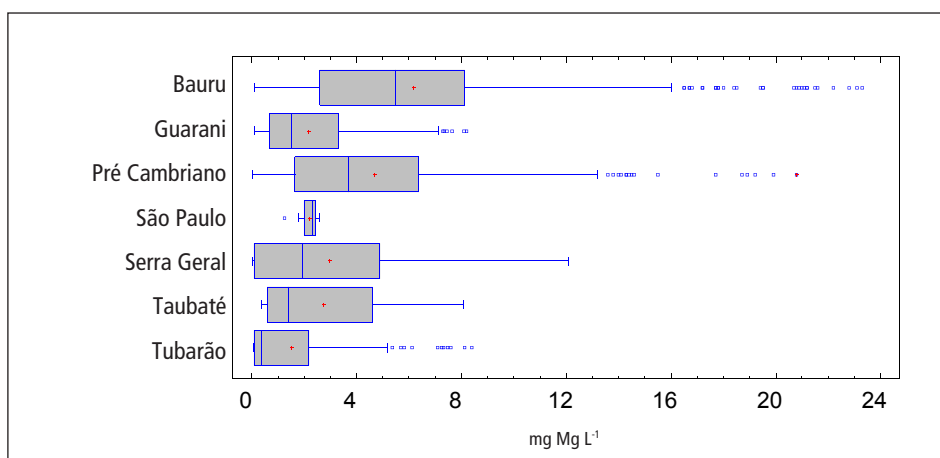
Gráfico 4.8.4 – *Box-and-whisker* para dureza total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.5** – *Box-and-whisker* para cloreto total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.6** – *Box-and-whisker* para magnésio total no período de 2013 a 2015.

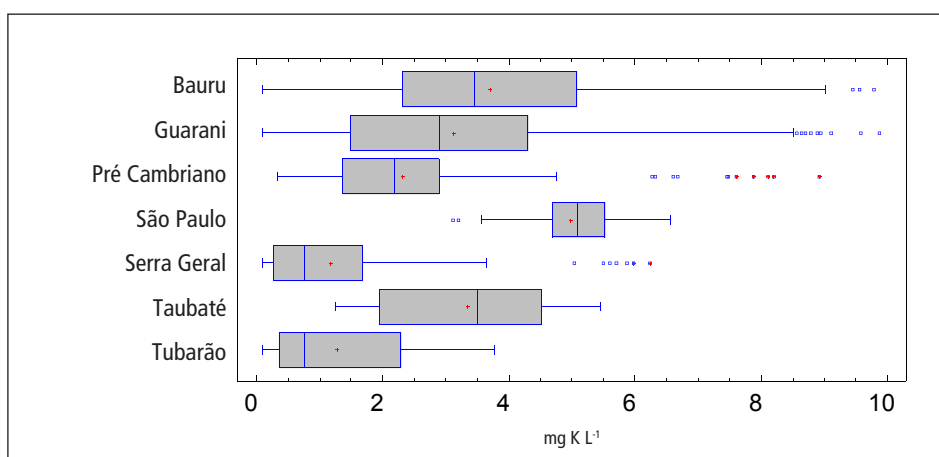
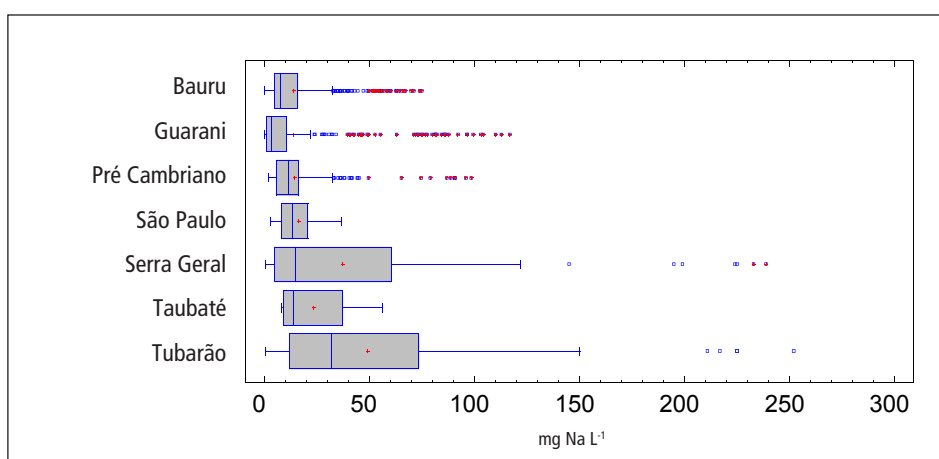
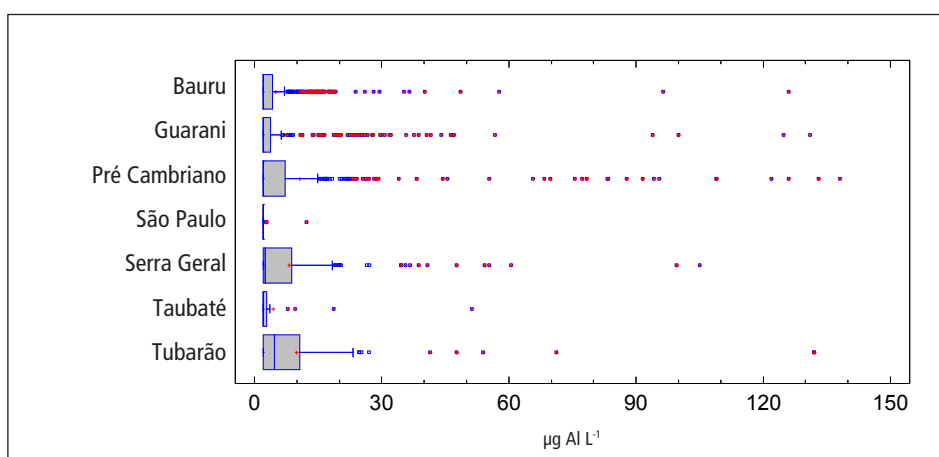
Gráfico 4.8.7 – *Box-and-whisker* para potássio total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.8** – *Box-and-whisker* para sódio total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.9** – *Box-and-whisker* para alumínio total no período de 2013 a 2015.

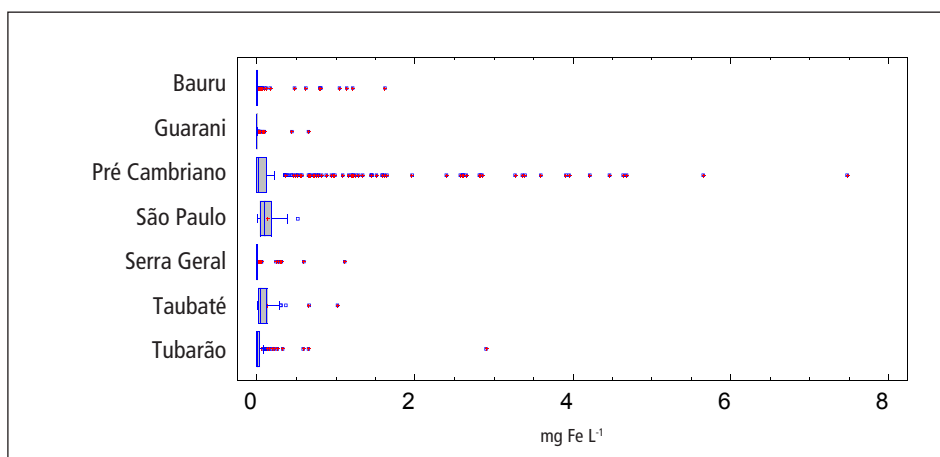
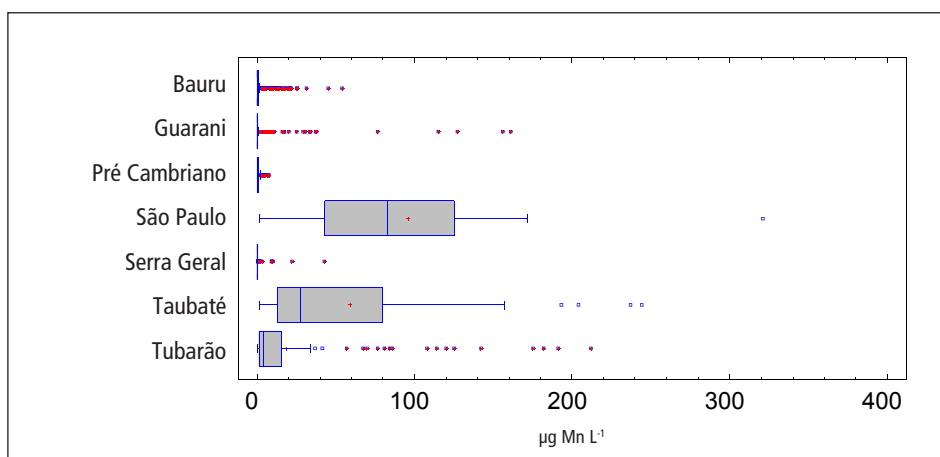
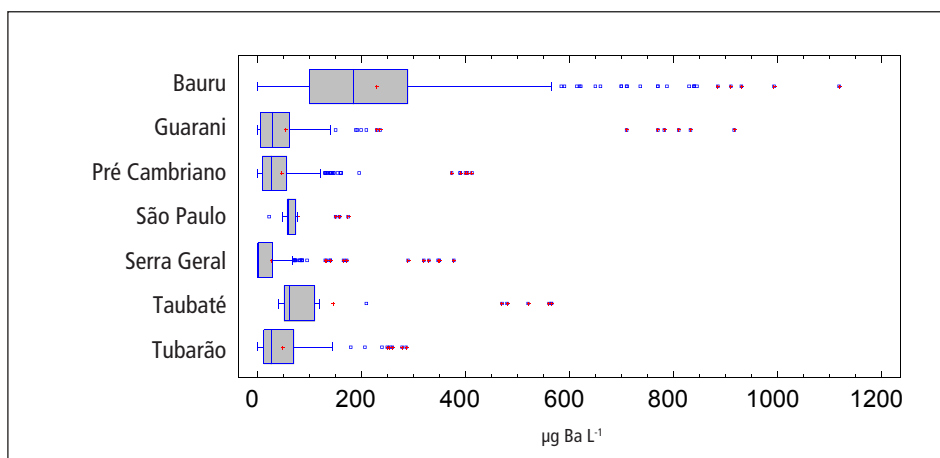
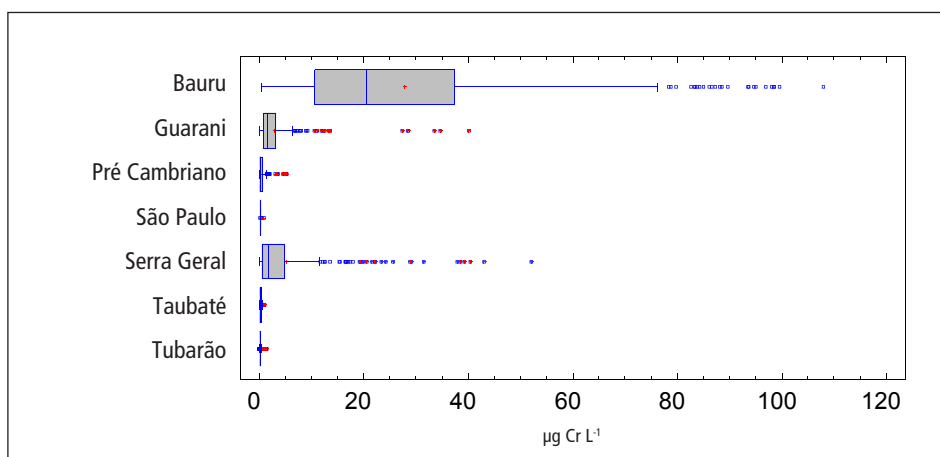
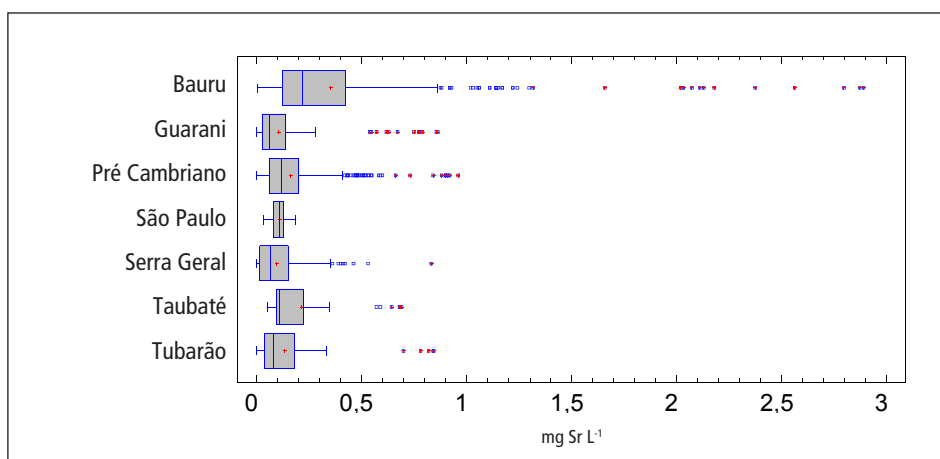
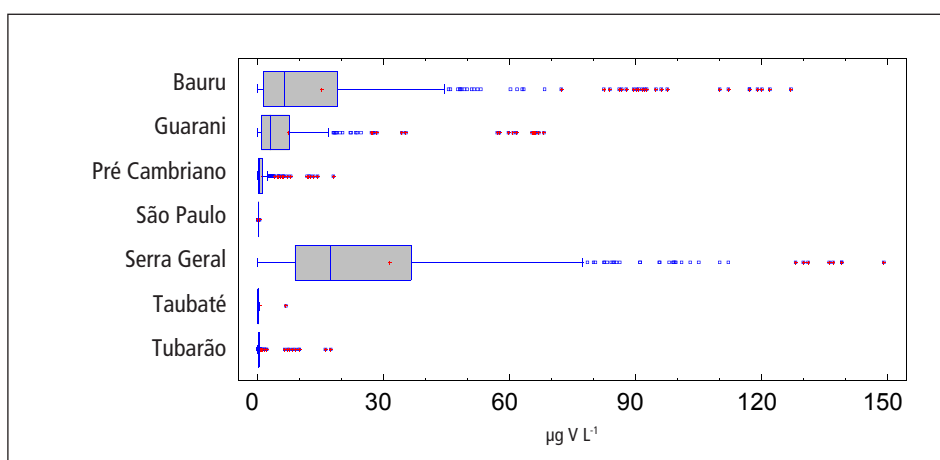
Gráfico 4.8.10 – *Box-and-whisker* para ferro total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.11** – *Box-and-whisker* para manganês total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.12** – *Box-and-whisker* para bário total no período de 2013 a 2015.

Gráfico 4.8.13 – *Box-and-whisker* para cromo total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.14** – *Box-and-whisker* para estrôncio total no período de 2013 a 2015.**Gráfico 4.8.15** – *Box-and-whisker* para vanádio total no período de 2013 a 2015.

5 • Qualidade das Águas Subterrâneas por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

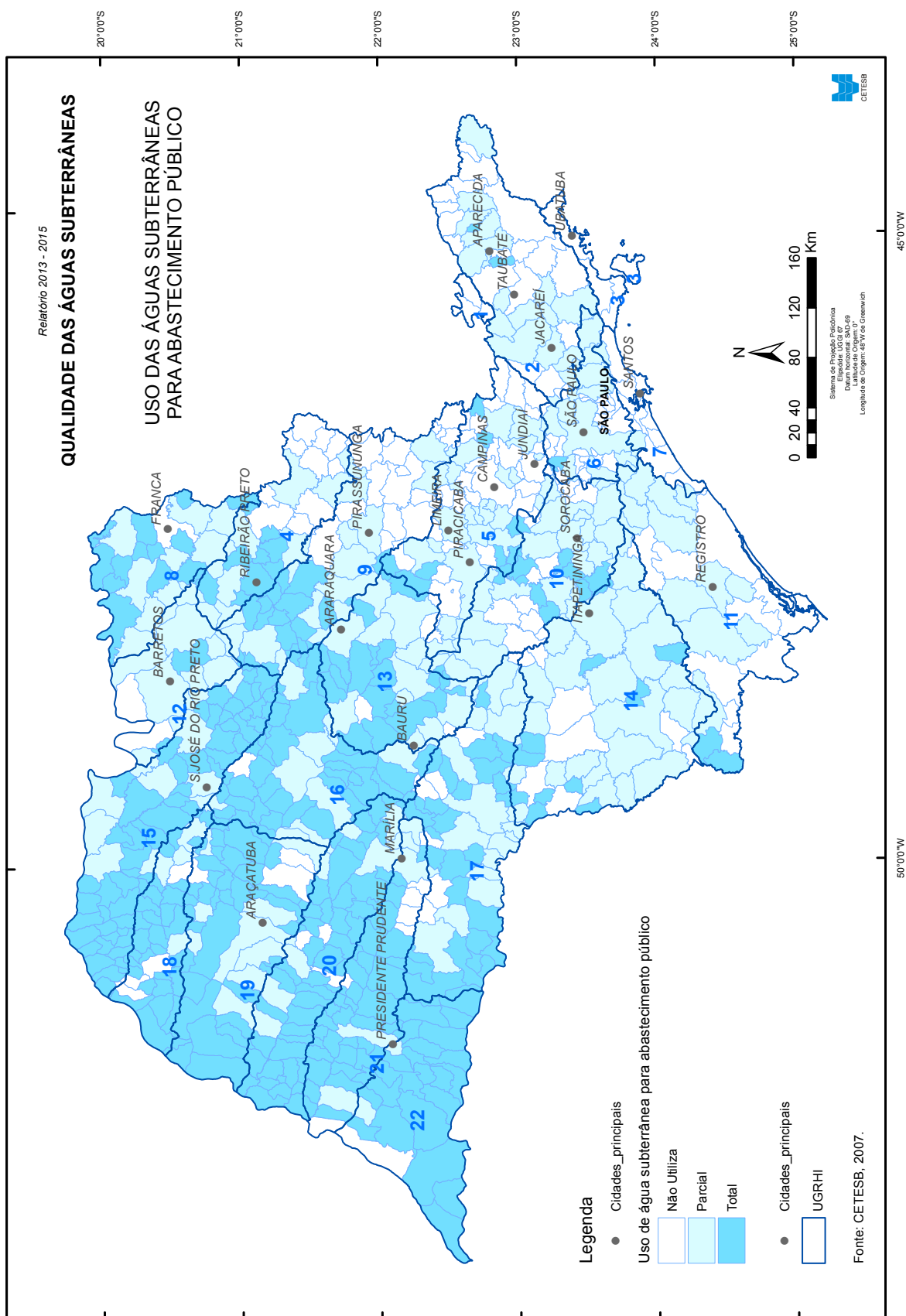
Os resultados do monitoramento no período de 2013 a 2015 estão organizados neste capítulo considerando as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs e os aquíferos nelas contidos, uma vez que a UGRH é o espaço territorial para gestão dos recursos hídricos estabelecido pela legislação incidente, e a Resolução 22, de 24 de maio de 2002, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, definiu diretrizes para a inserção das águas subterrâneas nos Planos de Recursos Hídricos elaborados por bacia hidrográfica.

São apresentadas a caracterização sócio-econômica de cada UGRH, a localização dos pontos de monitoramento, as desconformidades em relação aos padrões de qualidade e a série histórica dos resultados dos parâmetros que indicam alteração da qualidade das águas subterrâneas.

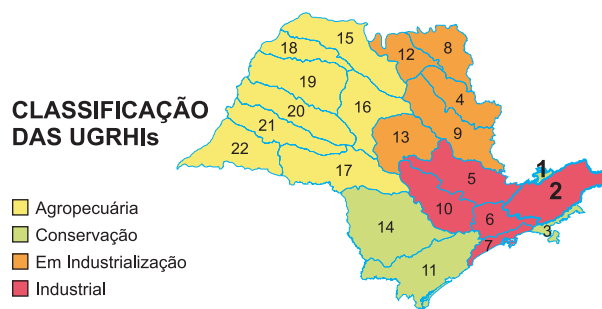
Os resultados são relativos a 20 UGRHs, tendo em vista que o monitoramento ainda não abrange a área das UGRHs: 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista.

O uso das águas subterrâneas para o abastecimento público nos municípios do estado de São Paulo é apresentado na Figura 5.1, mostrando a importância desse recurso principalmente para as UGRHs da região oeste do estado. As águas do Aquífero Bauru são largamente utilizadas e, na maioria dos casos, é o único recurso hídrico aproveitado para esse fim. Na região leste, o uso das águas subterrâneas assume menor importância para o sistema público de distribuição de água à população, sendo utilizado majoritariamente como recurso complementar às águas superficiais captadas para essa finalidade. Estima-se que 80% dos municípios paulistas fazem uso das águas subterrâneas para abastecimento público, num total de 10.500.000 habitantes.

Figura 5.1 – Uso de águas subterrâneas para abastecimento público.



5.1 UGRHI 1 - Mantiqueira e UGRHI 2 - Paraíba do Sul



A UGRHI Mantiqueira é composta por 3 municípios, com apenas 0,15% da população paulista. Na UGRHI Paraíba do Sul são 4,8%, em 34 municípios, sendo que aproximadamente 94% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Nessas UGRHIs as águas subterrâneas são pouco usadas para abastecimento público. Menos de um quarto dos municípios a utilizam em complementação às águas superficiais captadas para essa finalidade. As demais características são apresentadas nas Tabelas 5.1.1 e 5.1.2.

Tabela 5.1.1 – Características da UGRHI 1 – Mantiqueira.

Municípios (3)	Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí		
População (IBGE, projeção 2015)	68.483 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	0,1	0,01	10,3
Área de drenagem	675 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Sapucaí-Mirim, Rio da Prata, Ribeirão do Inocência, Ribeirão da Cachoeira, Ribeirão Lajeado, Ribeirão dos Melos, Ribeirão do Paiol Velho, Ribeirão do Paiol Grande, Ribeirão dos Bernardos, Rio Sapucaí-Guaçu, Rio Capivari, Ribeirão da Abernóssia, Ribeirão do Imbiri, Ribeirão das Perdizes, Ribeirão do Fojo e Ribeirão dos Marmelos.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	61%	61%	
Principais atividades econômicas	Predominam as atividades dos setores relacionados ao comércio, turismo e lazer, com destaque para o setor hoteleiro e gastronômico, além da truticultura.		
Vegetação remanescente	Apresenta 328 km² de vegetação natural remanescente que ocupa, aproximadamente, 48% da área da UGRHI. A categoria de maior ocorrência é a Floresta Ombrófila Mista.		

Tabela 5.1.2 – Características da UGRHI 2 – Paraíba do Sul.

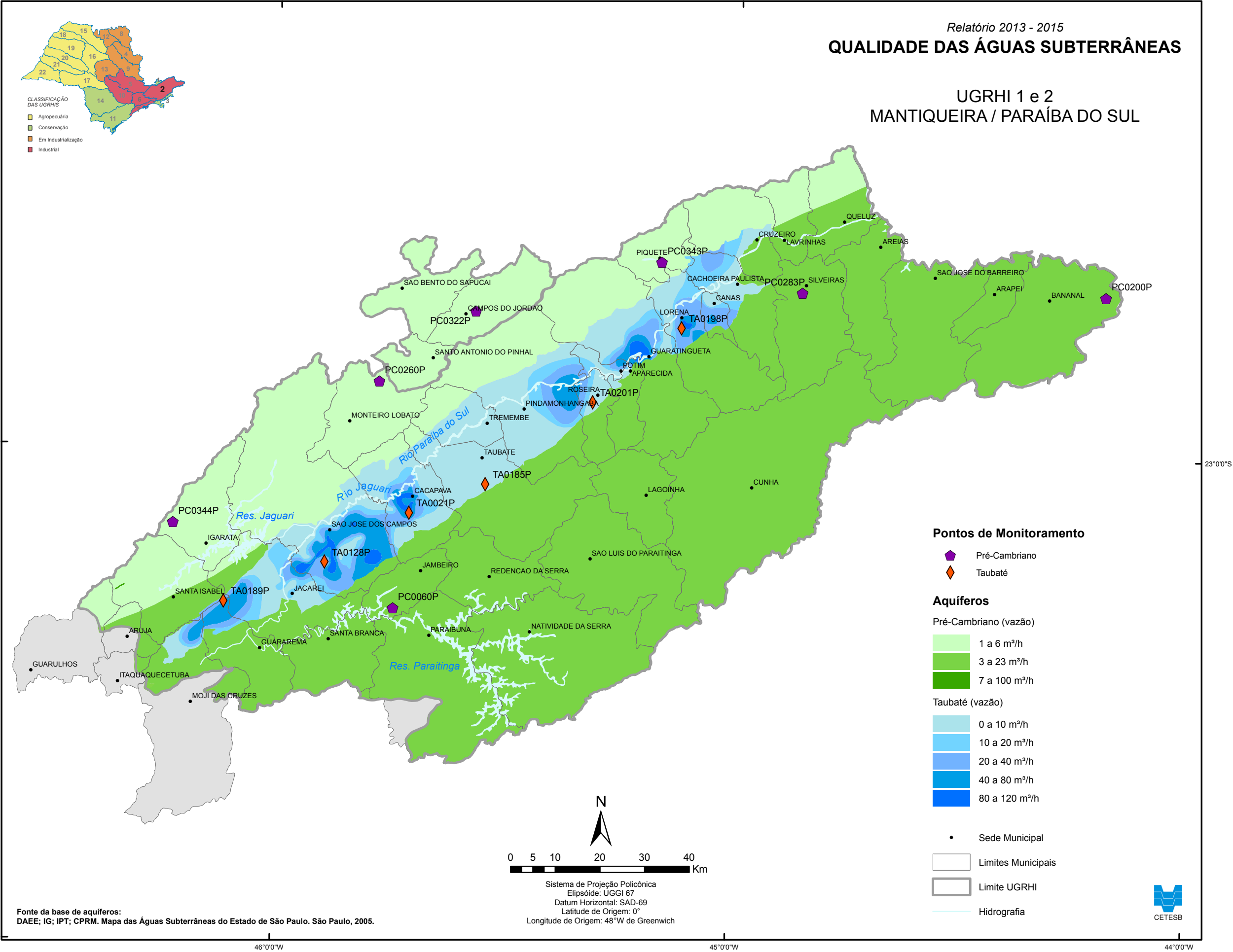
Municípios (34)	Aparecida; Arapeí; Areias; Bananal; Caçapava; Cachoeira Paulista; Canas; Cruzeiro; Cunha; Guararema; Guaratinguetá; Igaratá; Jacareí; Jambeiro; Lagoinha; Lavrinhas; Lorena; Monteiro Lobato; Natividade da Serra; Paraibuna; Pindamonhangaba; Piquete; Potim; Queluz; Redenção da Serra; Roseira; Santa Branca; Santa Isabel; São José do Barreiro; São José dos Campos; São Luís do Paraitinga; Silveiras; Taubaté; Tremembé.		
População (IBGE, projeção 2015)	2.153.248 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano e Taubaté		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	21	2,85	13,6
Área de drenagem	14.444 km²		
Principais rios e reservatórios	Rios Paraibuna e Paraitinga, formadores do Paraíba do Sul e os rios Parateí, Jaguari, Una, Buquira/Ferrão, Embaú/Piquete, Bocaina e Pitangueiras/Itagaçaba. Reservatórios de Paraibuna, Paraitinga, Santa Branca e Jaguari.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	86%	71%	
Principais atividades econômicas	Inserida no principal eixo econômico do país, destaca-se pela diversidade de seu parque industrial, sobressaindo-se a indústria aeronáutica, automobilística, papel e celulose, química, mecânica, eletroeletrônica e extrativista, além de centros de pesquisa tecnológica com mão-de-obra especializada. Em relação às atividades não industriais, observa-se a existência crescente de loteamentos. Nas áreas rurais, predominam a pecuária extensiva e o cultivo de eucalipto, matéria-prima para a indústria de papel e celulose. Há ainda a presença de culturas de subsistência como arroz, feijão e milho.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural remanescente cobre 26,5 % do total da UGRHI e encontra-se bastante fragmentada, com predominância de remanescentes da Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, além da Floresta Estacional Semidecídua e Campos de Altitude.		

Foi realizado o monitoramento em um ponto na UGRHI Mantiqueira, no Município de Campos do Jordão, e doze pontos de monitoramento na Paraíba do Sul, todos poços tubulares utilizados para abastecimento público, que captam água dos aquíferos Pré-Cambriano e Taubaté, cujas características estão descritas na Tabela 5.1.3. A Figura 5.1.1 apresenta o mapa das UGRHI 1 e 2 com a localização dos pontos de monitoramento. Na UGRHI 2 foram inseridos na Rede de Monitoramento dois novos pontos, localizados nos municípios de Igaratá e Piquete.

Tabela 5.1.3 – Pontos de monitoramento das UGRHI 1 e 2 – Mantiqueira e Paraíba do Sul.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Campos do Jordão	PC0322P	P AFPESP	Pré-Cambriano	15 a 43	2	22° 43' 28"	45° 34' 07"
Bananal	PC0200P	P1 Rancho Grande - Sabesp	Pré-Cambriano	22 a 101	5	22° 40' 19"	44° 11' 51"
Caçapava	TA0021P	P21A - Sabesp	Taubaté	93 a 196	47	23° 07' 59"	45° 42' 28"
Guararema	TA0189P	P4 - Sabesp	Taubaté	20 a 62	6	23° 18' 58"	46° 06' 39"
Igaratá	PC0344P	P EMEF Boa Vista	Pré-Cambriano	14 a 90	2	23°09' 29"	46° 13' 24"
Jambeiro	PC0060P	P4 - Sabesp	Pré-Cambriano	48 a 199	0	23° 19' 32"	45° 44' 26"
Lorena	TA0198P	P21 - Sabesp	Taubaté	84 a 217	81	22° 45' 06"	45° 07' 13"
Monteiro Lobato	PC0260P	P1 - Sabesp - São Benedito	Pré-Cambriano	30 a 250	30	22° 52' 07"	45° 46' 36"
Piquete	PC0343P	PM	Pré-Cambriano	20 a 150	16	22° 37' 08"	45° 09' 56"
Roseira	TA0201P	P7 - Sabesp	Taubaté	82 a 206	33	22° 54' 14"	45° 18' 40"
São José dos Campos	TA0128P	P108A - Sabesp	Taubaté	78 a 152	72	23° 14' 05"	45° 53' 28"
Silveiras	PC0283P	P1 - Sabesp	Pré-Cambriano	12 a 140	1	22° 40' 33"	44° 51' 30"
Taubaté	TA0185P	P1 - Sabesp	Taubaté	24 a 116	18	23° 04' 23"	45° 32' 32"

Figura 5.1.1 – Localização dos pontos de monitoramento das UGRHs 1 – Mantiqueira e 2 – Paraíba do Sul.



O único ponto de monitoramento da UGRHI 1 (PC0332P) localiza-se no município de Campos do Jordão e pertence ao Aquífero Pré-Cambriano. Trata-se de um ponto recentemente implantado, com amostragens iniciadas a partir da primeira campanha de 2013. A Tabela 5.1.4 apresenta as desconformidades observadas no triênio 2013-2015, para este ponto.

Tabela 5.1.4 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 1 – Mantiqueira - período 2013 a 2015.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Campos do Jordão	PC0322P	Ferro	300 mg L ⁻¹	out-14	655 µg L ⁻¹	Ponto Novo
		Ferro	300 mg L ⁻¹	out-15	350 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 mg L ⁻¹	out-14	205 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-13	Presente	
				abr-14		

Os resultados mostraram desconformidades para o parâmetro ferro em duas campanhas não consecutivas e do parâmetro microbiológico coliformes totais em duas consecutivas, não sendo quantificados em 2015. Houve uma desconformidade isolada do parâmetro manganês em outubro de 2014.

A UGRHI 2 possui 12 pontos pertencentes a dois aquíferos, Pré-Cambriano e Taubaté. As Tabelas 5.1.5 e 5.1.6 apresentam as desconformidades observadas no triênio 2013-2015.

Tabela 5.1.5 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 2 – Paraíba do Sul - período 2013 a 2015 (continua).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Bananal	PC0200P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	2402 µg L ⁻¹	4
				out-13	2603 µg L ⁻¹	
				abr-14	388 µg L ⁻¹	
				out-14	4682 µg L ⁻¹	
				abr-15	2619 µg L ⁻¹	
				out-15	824 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	252 µg L ⁻¹	4
				out-13	226 µg L ⁻¹	
				abr-14	303 µg L ⁻¹	
				out-14	250 µg L ⁻¹	
				abr-15	252 µg L ⁻¹	
				out-15	235 µg L ⁻¹	

Tabela 5.1.5 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 2 – Paraíba do Sul - período 2013 a 2015 (conclusão).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Igaratá	PC0344P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-15	365 µg L ⁻¹	Ponto Novo
		Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	abr-14	2,01 mg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-14	1,96 mg L ⁻¹	
				abr-15	1,84 mg L ⁻¹	
				out-15	2,17 mg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-15	Presente	Ponto Novo
Jambeiro	PC0060P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-13	570 µg L ⁻¹	1
Monteiro Lobato	PC0260P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	3392 µg L ⁻¹	4
				out-13	3957 µg L ⁻¹	
				abr-14	4642 µg L ⁻¹	
				out-14	10250 µg L ⁻¹	
				abr-15	4461 µg L ⁻¹	
				out-15	3359 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	157 µg L ⁻¹	4
				out-13	143 µg L ⁻¹	
				out-14	180 µg L ⁻¹	
				out-15	166 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-14	Presente	3
				out-14	Presente	
				out-15	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-15	870 UFC	0
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100 mL	out-14	Presente	1
Piquete	PC0343P	Urânio	30 µg L ⁻¹	abr-14	72,5 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				abr-15	66,8 µg L ⁻¹	
				out-15	58,1 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-14	1	Ponto Novo
Silveiras	PC0283P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-15	1	2

Dos resultados desconformes acima, foram selecionados os parâmetros mais relevantes e com maior número de ultrapassagens, a serem representados em gráficos, para visualização da série histórica. Os Gráficos 5.1.1 a 5.1.6 apresentam as desconformidades observadas para os parâmetros ferro, manganês, presentes nos pontos de Bananal e de Monteiro Lobato e, para fluoreto, no ponto de Igaratá.

Gráfico 5.1.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano.

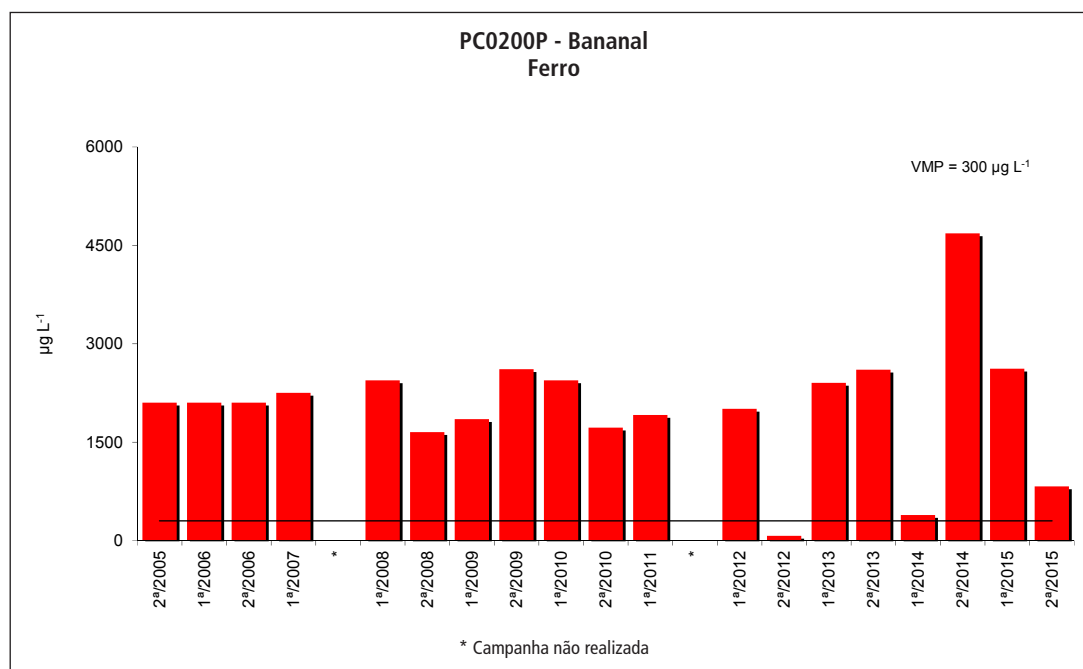


Gráfico 5.1.2 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano.

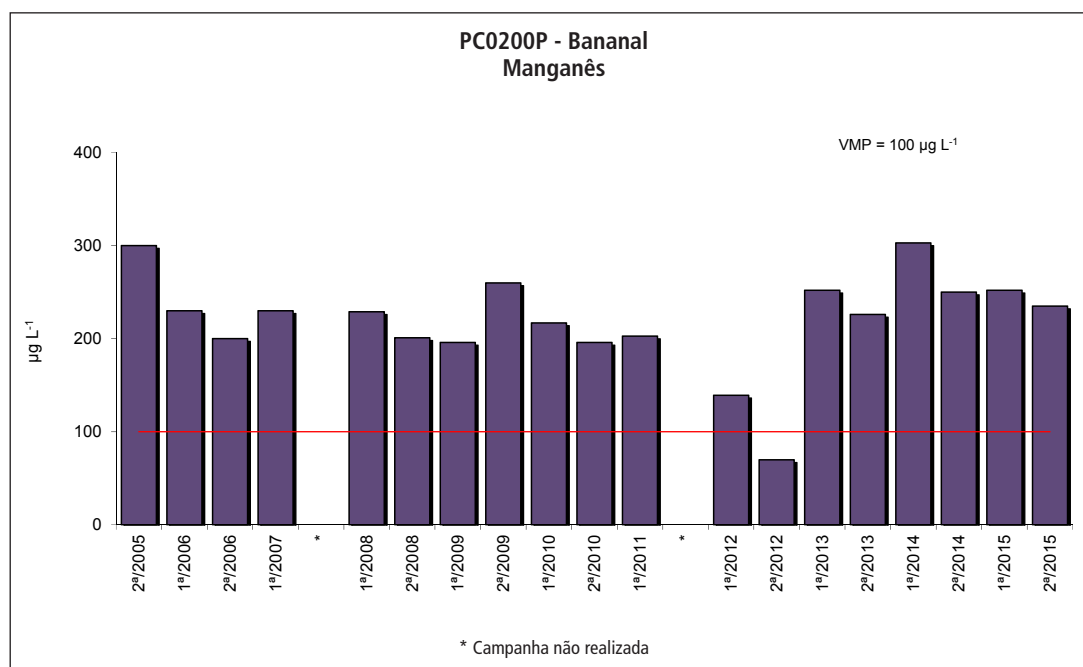


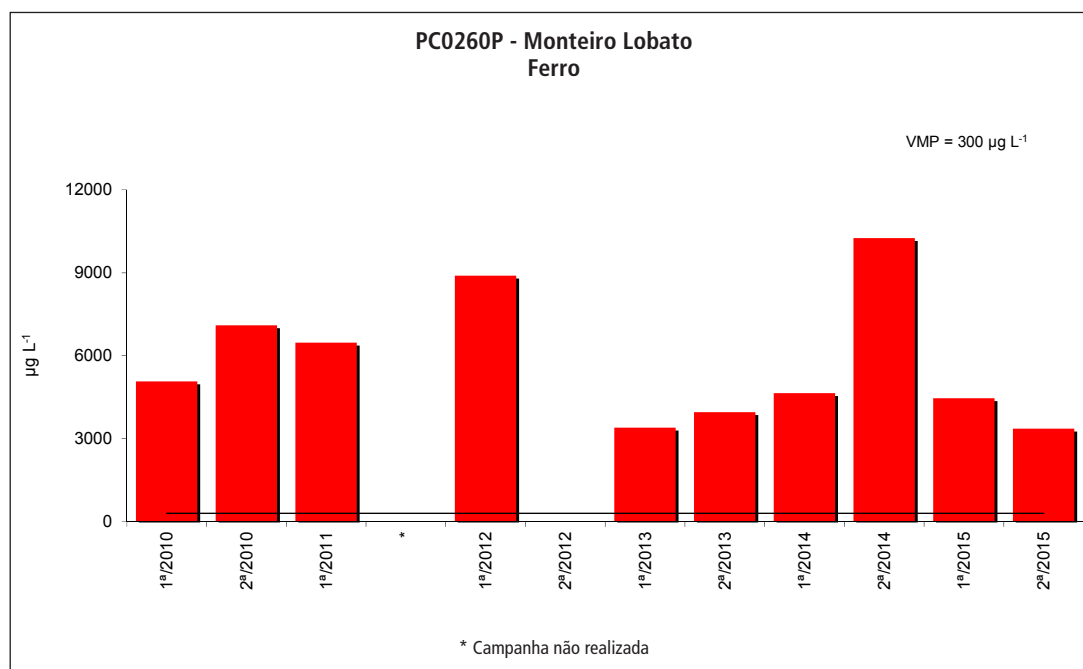
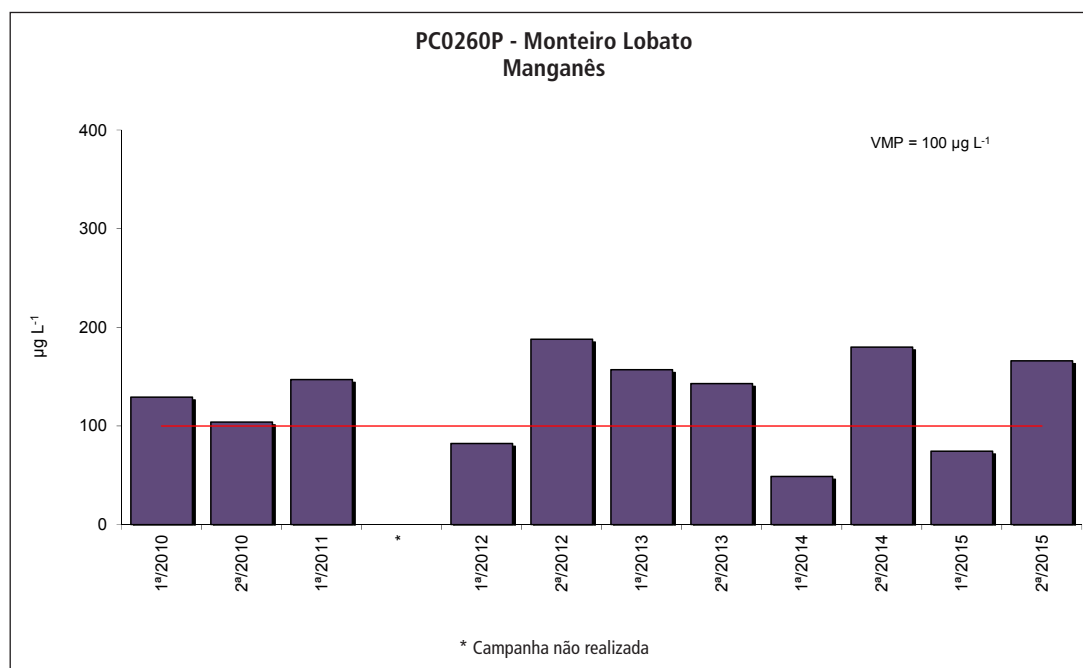
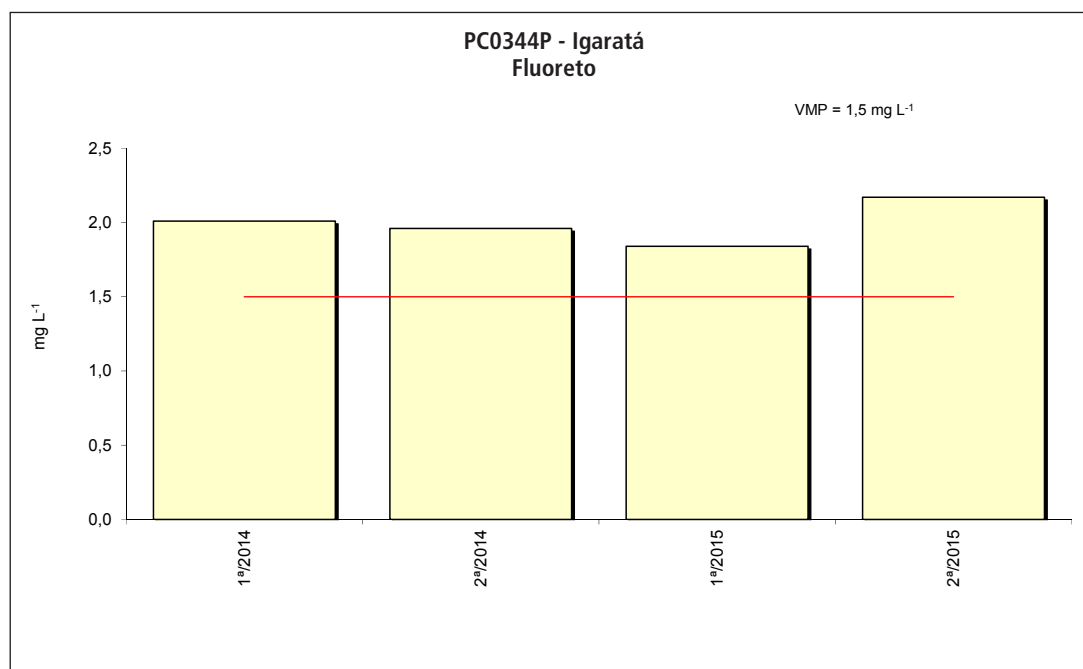
Gráfico 5.1.3 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano.**Gráfico 5.1.4** – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano.

Gráfico 5.1.5 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0344P – Igaratá, Aquífero Pré-Cambriano.

Observou-se um aumento no número de desconformidades no presente triênio, quando comparados com o triênio anterior, para ambos os parâmetros, ferro e manganês. No ponto situado em Bananal, houve aumento de quatro para seis ultrapassagens do padrão organoléptico da Portaria MS 2914/11. O mesmo ocorreu no ponto situado em Monteiro Lobato, somente para o ferro.

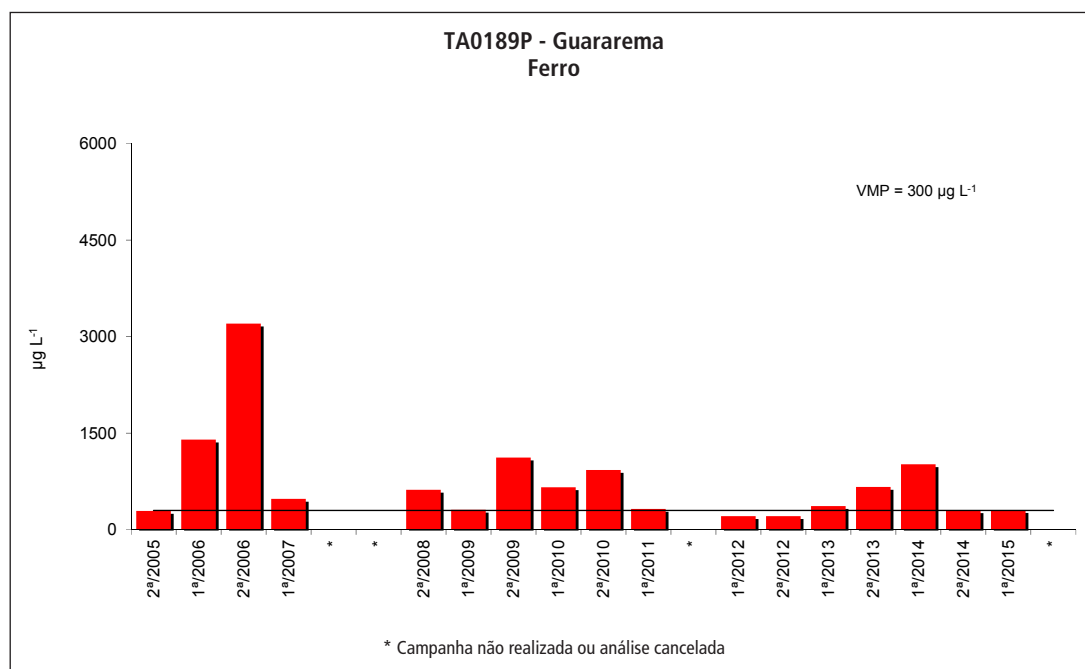
Os pontos do Aquífero Pré-Cambriano, de Igaratá e de Piquete, foram adicionados à rede de monitoramento em 2014, onde foram observadas duas desconformidades para o fluoreto e uma para o urânio, respectivamente, como pode ser observado na Tabela 5.1.5.

Para o Aquífero Taubaté, na Tabela 5.1.6 pode-se verificar um maior número de desconformidades observadas no triênio 2013-2015, para o ponto de Guararema, para os parâmetros ferro e manganês, e um resultado anômalo de arsênio, verificado na última campanha, que deverá ser acompanhado. A série histórica do parâmetro ferro pode ser visualizada no Gráfico 5.1.6.

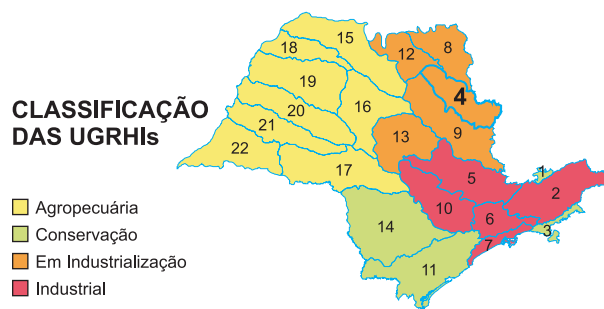
Tabela 5.1.6 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Taubaté na UGRHI 2 – Paraíba do Sul - período 2013 a 2015.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Caçapava	TA0021P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-13	Presente	2
				out-13		
Guararema	TA0189P	Arsênio	10 µg L ⁻¹	out-15	11,1 µg L ⁻¹	0
		Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	368 µg L ⁻¹	3
				out-13	665 µg L ⁻¹	
				abr-14	1017 µg L ⁻¹	
				out-14	302 µg L ⁻¹	
				abr-15	305 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	128 µg L ⁻¹	0
				out-13	157 µg L ⁻¹	
				abr-14	204 µg L ⁻¹	
				out-14	244 µg L ⁻¹	
				abr-15	193 µg L ⁻¹	
				out-15	237 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-15	Presente	2
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-15	> 5700	0
São José dos Campos	TA0128P	Coliformes Totais	Ausente	out-13	Presente	0
				abr-15	Presente	
				out-15	Presente	
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100 mL	abr-15	Presente	0
Roseira	TA0201P	Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-14	103 µg L ⁻¹	1
				out-14	117 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-14	Presente	1
				abr-15	Presente	
				out-15	Presente	
Taubaté	TA0185P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	out-13	Presente	1
				abr-14	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	mar-15	2500 UFC mL ⁻¹	0
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100 mL	out-13	Presente	0
				abr-14	Presente	

Gráfico 5.1.6 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TA189P – Guararema, Aquífero Taubaté.



5.2 UGRHI 4 – Pardo



Essa UGRHI é composta por 23 municípios e, de acordo com a projeção do IBGE para 2015, abriga em seu território 2,7% da população do Estado, dos quais 95% vivem em áreas urbanas. Cerca de 40% da população residente na UGRHI é abastecida com águas subterrâneas. As demais características encontram-se na Tabela 5.2.1.

Tabela 5.2.1 – Características da UGRHI 4 – Pardo.

Municípios (23)	Altinópolis; Brodowski; Caconde; Cajuru; Casa Branca; Cássia dos Coqueiros; Cravinhos; Divinolândia; Itobi; Jardinópolis; Mococa; Ribeirão Preto; Sales Oliveira; Santa Cruz da Esperança; Santa Rosa do Viterbo; São José do Rio Pardo; São Sebastião da Gramma; São Simão; Serra Azul; Serrana; Tambaú; Tapiratiba; Vargem Grande do Sul.		
População (IBGE, projeção 2015)	1.201.829 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral, Guarani, Tubarão e Pré-Cambriano.		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	14	5,57	39,8
Área de drenagem	8.993 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Pardo, Rio Canoas, Rio Araraquara, Ribeirão São Pedro, Ribeirão da Floresta, Ribeirão da Prata, Rio Tambaú, Rio Verde, Rio da Fartura e Ribeirão Tamanduá. Reservatórios das Usinas de Caconde (Graminha), Euclides da Cunha e Armando Salles de Oliveira (Limoeiro).		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	94%	79%	
Principais atividades econômicas	Economia baseada na agropecuária, indústria, comércio e serviços consolidados na região de Ribeirão Preto. Atividades agroindustriais voltadas para a extração e refino de óleos vegetais, papel e celulose, usinas de açúcar e álcool, bem como de indústrias alimentícias. Na agropecuária destacam-se as culturas de cana-de-açúcar e laranja, além das pastagens. Existem áreas de culturas irrigadas como cebola, batata e milho, que têm importância econômica e no consumo de água.		
Vegetação remanescente	Essa UGRHI apresenta 8,2 % de sua área total com remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, com alto grau de fragmentação.		

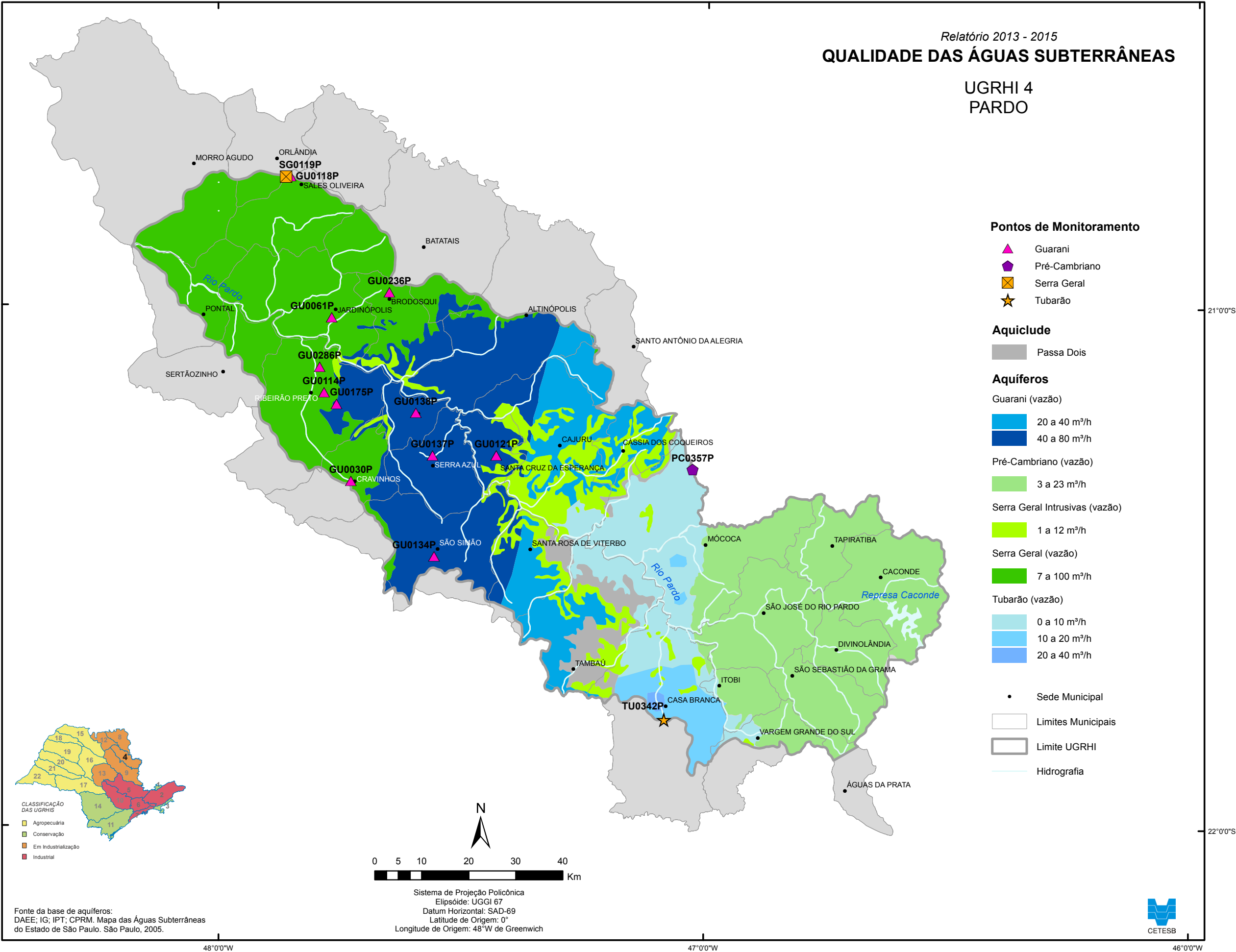
São quatorze os pontos de monitoramento localizados na UGRHI 4, todos poços tubulares utilizados para abastecimento público. Desses, onze captam água do Aquífero Guarani, um do Aquífero Pré-Cambriano, um do Aquífero Tubarão e um do Aquífero Serra Geral. As características dos pontos de monitoramento e localização estão descritas na Tabela 5.2.2 e Figura 5.2.1. No triênio 2013-2015 foram inseridos poços localizados nos municípios de Casa Branca e Mococa.

Tabela 5.2.2 – Pontos de monitoramento na UGRHI 4 – Pardo.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Brodowski	GU0236P	P Sede/Máquina do Alto - PM	Guarani	350 a 600	*	20° 58' 39"	47° 39' 01"
Casa Branca	TU0342P	P Jardim Bela Vista - PM	Tubarão	*	*	21° 47' 47"	47° 05' 03"
Cravinhos	GU0030P	P Jardim Itamarati - PM	Guarani	350 a 505	214	21° 20' 22"	47° 43' 42"
Jardinópolis	GU0061P	P Fincotti - PM	Guarani	183 a 331	123	21° 01' 33"	47° 46' 06"
Mococa	PC0357P	P2 São Benedito das Areias - Sabesp	Pré-Cambriano	27 a 122	3	21° 18' 57"	47° 01' 40"
Ribeirão Preto	GU0114P	P137 - DAERP	Guarani	125 a 230	35	21° 10' 11"	47° 47' 02"
Ribeirão Preto	GU0175P	P176 - DAERP	Guarani	*	34	21° 11' 29"	47° 45' 30"
Ribeirão Preto	GU0286P	P174 - DAERP	Guarani	107 a 194	46	21°07'15"	47°47'35"
Sales Oliveira	GU0118P	P Antiga Remonta - PM	Guarani	355 a 529	247	20° 45' 18"	47° 51' 09"
Sales Oliveira	SG0119P	P3 Distr. Industrial - PM	Serra Geral	30 a 70	15	20° 45' 19"	47° 51' 42"
Santa Cruz da Esperança	GU0121P	P2 - Sabesp	Guarani	91 a 194	55	21° 17' 24"	47° 25' 50"
São Simão	GU0134P	P2 São Luiz - PM	Guarani	38 a 180	24	21° 29' 02"	47° 33' 28"
Serra Azul	GU0137P	P7 - Sabesp	Guarani	58 a 190	7	21° 17' 27"	47° 33' 41"
Serrana	GU0138P	P1 - PM	Guarani	17 a 170	14	21° 12' 31"	47° 35' 45"

* s. d. - sem dados

Figura 5.2.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 4 – Pardo.



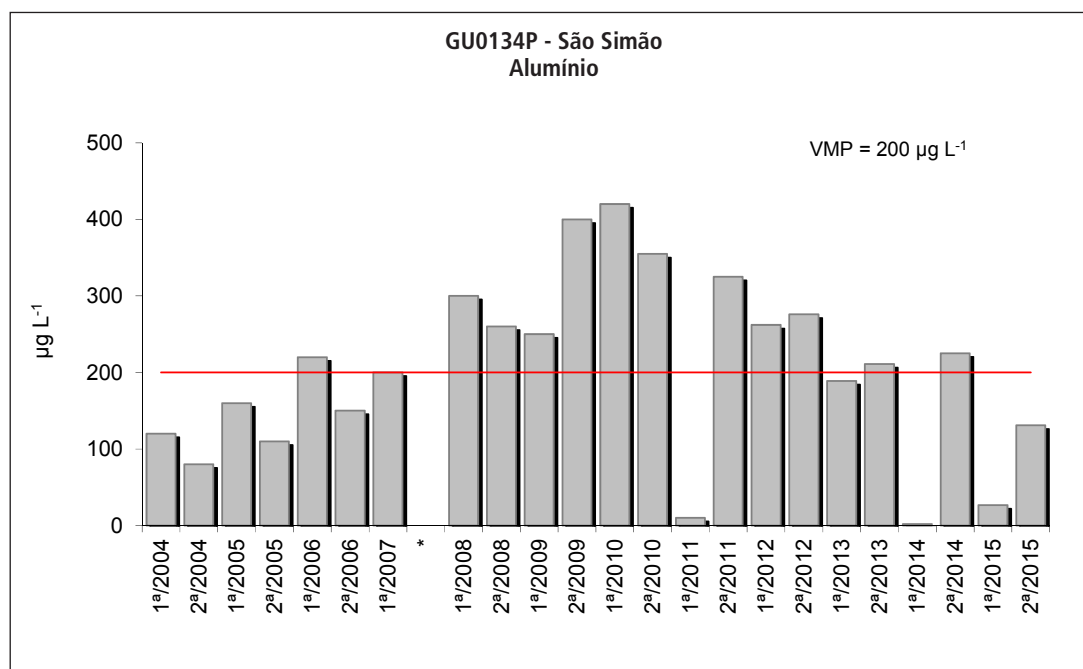
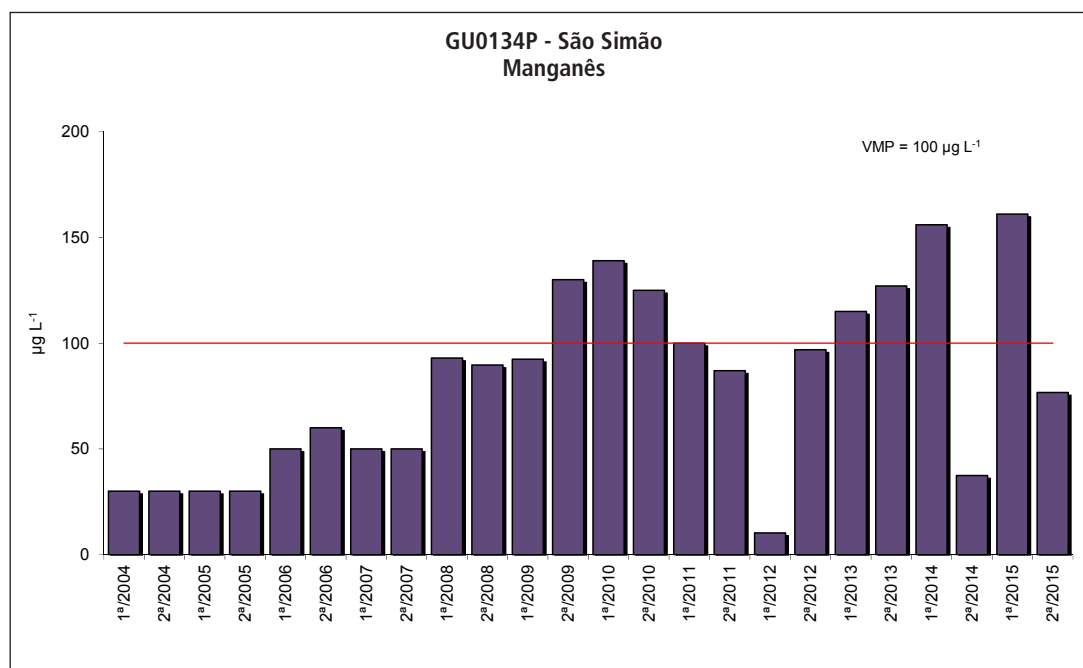
A Tabela 5.2.3 apresenta as desconformidades que ocorrem no Aquífero Guarani.

Tabela 5.2.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Guarani na UGRHI 4 – Pardo.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Cravinhos	GU0030P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-14	Presente	0
			Ausente em 100mL	out-15		
Jardinópolis	GU0061P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-15	Presente	0
Ribeirão Peto	GU0114P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
	GU0286P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	1
			Ausente em 100mL	set-15	Presente	
Santa Cruz da Esperança	GU0121P	Ferro	300 µg L ⁻¹	set-15	652 µg L ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-15	Presente	0
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	set-15	> 5700 UFC mL ⁻¹	0
São Simão	GU0134P	Alumínio	200 µg L ⁻¹	out-13	211 µg L ⁻¹	5
				set-14	225 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	mar-13	115 µg L ⁻¹	2
				out-13	127 µg L ⁻¹	
				abr-14	156 µg L ⁻¹	
				mar-15	161 µg L ⁻¹	
Serrana	GU0138P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
			Ausente em 100mL	set-15	Presente	

Neste aquífero, no ponto do município de São Simão, observa-se aumento do número de desconformidades para o manganês, de duas para quatro amostras em relação ao triênio anterior. No entanto, para o alumínio, houve uma diminuição das ocorrências, de cinco para duas.

Os Gráficos 5.2.1 e 5.2.2 apresentam as respectivas séries históricas dos resultados de alumínio e manganês, do ponto de São Simão.

Gráfico 5.2.1 – Série histórica dos resultados de alumínio no ponto GU0134P – São Simão, no Aquífero Guarani.**Gráfico 5.2.2** – Série histórica dos resultados de manganês no ponto GU0134P – São Simão, no Aquífero Guarani.

Para os Aquíferos Serra Geral, Pré-Cambriano e Tubarão, seguem as Tabelas 5.2.4 a 5.2.6, que apresentam os resultados de desconformidade observados nos pontos dos municípios de Mococa, Sales de Oliveira e Casa Branca, respectivamente.

Tabela 5.2.4 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 4 – Pardo.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Mococa	PC0357P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-15	Presente	Ponto Novo
			Ausente em 100mL	out-15		
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	out-15	Presente	Ponto Novo

Tabela 5.2.5 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 4 – Pardo.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Sales Oliveira	SG0119P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0

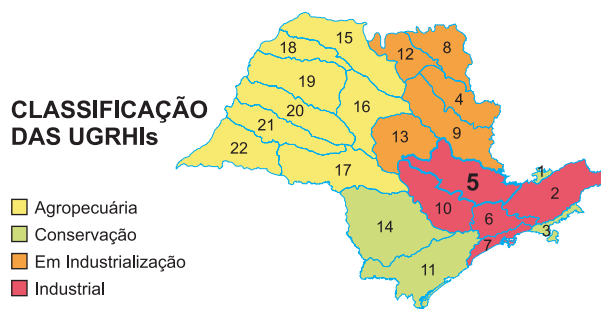
Tabela 5.2.6 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Tubarão, na UGRHI 4 – Pardo.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Casa Branca	TU0342P	Ferro	300 µg L ⁻¹	mar-14	324 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				set-14	3310 µg L ⁻¹	

As desconformidades destes três últimos aquíferos foram predominantemente para parâmetros microbiológicos, como nos pontos de amostragem de Mococa e Sales de Oliveira. Exceção foi um único resultado desconforme para ferro, em Casa Branca.

Observa-se, por final, que neste triênio foram também verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg L⁻¹) em Mococa, no Aquífero Pré-Cambriano.

5.3 UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá



Essa UGRHI é composta por 57 municípios e, de acordo com a projeção do IBGE para 2015, compreende 12,5% da população do Estado, sendo que 96% dos habitantes vivem em áreas urbanas. As águas subterrâneas são utilizadas para abastecimento público em cerca de 40% dos municípios, na maioria como complementação às águas superficiais, abastecendo aproximadamente 400.000 pessoas de um total de 5.500.000. As demais características da UGRHI estão na Tabela 5.3.1.

Tabela 5.3.1 – Características da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Municípios ¹ (57)	Águas de São Pedro; Americana; Amparo; Analândia; Artur Nogueira; Atibaia; Bom Jesus dos Perdões; Bragança Paulista; Campinas; Campo Limpo Paulista; Capivari; Charqueada; Cordeirópolis; Corumbataí; Cosmópolis; Elias Fausto; Holambra; Hortolândia; Indaiatuba; Ipeúna; Iracemópolis; Itatiba; Itupeva; Jaguariúna; Jarinu; Joanópolis; Jundiá; Limeira; Louveira; Mombuca; Monte Alegre do Sul; Monte Mor; Morungaba; Nazaré Paulista; Nova Odessa; Paulínia; Pedra Bela; Pedreira; Pinhalzinho; Piracaia; Piracicaba; Rafard; Rio Claro; Rio das Pedras; Saltinho; Salto; Santa Bárbara d'Oeste; Santa Gertrudes; Santa Maria da Serra; Santo Antonio de Posse; São Pedro; Sumaré; Tuiuti; Valinhos; Vargem; Várzea Paulista; Vinhedo		
População (IBGE, projeção 2015)	5.564.808 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Tubarão, Guarani e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	22,03	2,99	13,6
Área de drenagem	14.178 km²		
Principais rios e reservatórios	Rios Atibaia, Atibainha, Cachoeira, Camanducaia, Capivari, Corumbataí, Jaguari, Jundiá e Piracicaba. Reservatórios: Usina de Barra Bonita (Rio Piracicaba), Salto Grande (Rio Atibaia), Jacaré e Jaguari (Rio Jacaré), Atibainha (Rio Atibainha) e Cachoeira (Rio Cachoeira). Os quatro últimos reservatórios fazem parte do Sistema Produtor Cantareira.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	89%	70%	
Principais atividades econômicas	Essa Região comporta um parque industrial moderno, diversificado e composto por segmentos de natureza complementar. Possui uma significativa estrutura agrícola e industrial e desempenha atividades terciárias de expressiva especialização. Destacam-se o polo petroquímico de Paulínia; em Americana, Nova Odessa e Santa Bárbara d'Oeste, o parque têxtil; em Campinas e Hortolândia, o polo de alta tecnologia; em Piracicaba, indústrias sucroalcooleiras e do setor metal-mecânico; o parque industrial de Jundiá; em Limeira, produção de folheado; em Rio Claro, indústrias sucroalcooleiras; em Santa Gertrudes e Cordeirópolis, polo cerâmico nacional.		
Vegetação remanescente	Remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado encontram-se extremamente fragmentados cobrindo 7,2 % da área total desta UGRHI.		

¹ Os limites da bacia hidrográfica desta UGRHI incluem ainda quatro municípios mineiros: Camanducaia, Extrema, Itapeva e Toledo.

(*) Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH)

Essa UGRHI é considerada crítica quanto ao suprimento da demanda por água, no entanto, o recurso hídrico subterrâneo disponível é pouco utilizado, cerca de 14% apenas.

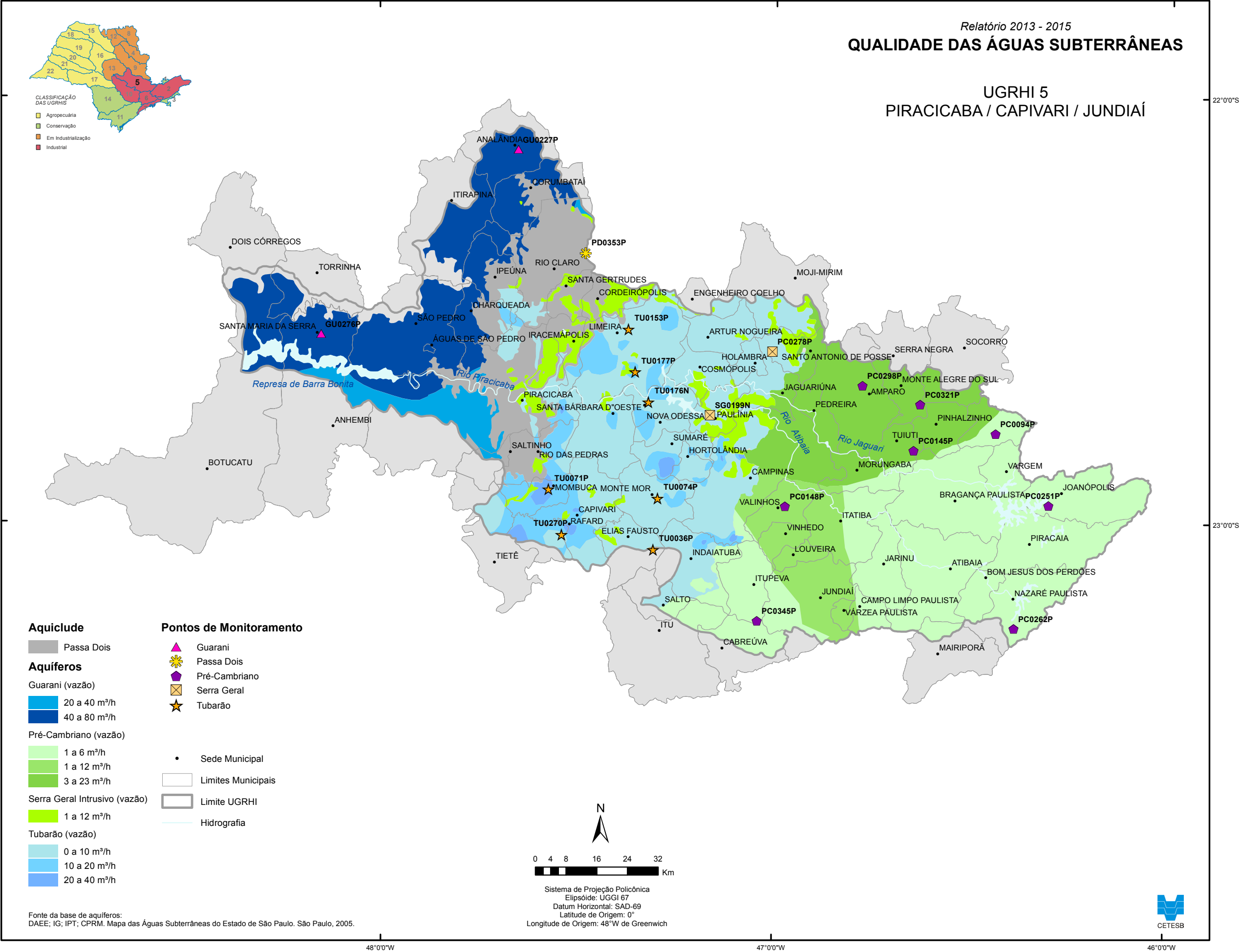
Na UGRHI 5 foram monitorados vinte pontos, cujas características e localização estão contidas nas Tabela 5.3.2 e Figura 5.3.1. São dezoito poços tubulares e duas nascentes, que captam água dos Aquíferos Pré-Cambriano, Tubarão, Guarani e Serra Geral, sendo que três novos poços foram incluídos nesse triênio.

Tabela 5.3.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Americana	TU0176N	P Bica Cariobinha	Tubarão	96 a 204	107	22° 43' 20"	47° 19' 14"
Amparo	PC0298P	P2 Jardim Vitória - PM	Pré-Cambriano	11 a 150	2	22°40'51"	46°46'40"
Analândia	GU0227P	P6 Morada do Sol	Guarani	48 a 200	78	22° 07' 46"	47° 39' 04"
Elias Fausto	TU0036P	P4 - Sabesp	Tubarão	42 a 162	6	23° 04' 11"	47° 18' 26"
Itupeva	PC0345P	P Pedágio km 78 - Rod. Dom Gabriel Paulino	Pré Cambriano	35 a 220	12	23° 14' 07"	47° 02' 31"
Joanópolis	PC0251P	P Bairro do Mosquito / Porto Danalis - Sabesp	Pré-Cambriano	17 a 210	6	22° 57' 34"	46° 18' 10"
Limeira	TU0153P	P TRW - Varga S/A	Tubarão	176 a 488	106	22° 33' 05"	47° 22' 19"
Limeira	TU0177P	P Bairro Tatu - Águas de Limeira	Tubarão	*	*	22° 39' 07"	47° 21' 15"
Mombuca	TU0071P	P1 - Sabesp	Tubarão	102 a 203	30	22° 55' 43"	47° 34' 25"
Monte Alegre do Sul	PC0321P	P Mostardas - PM	Pré Cambriano	10 a 107	5	22° 43' 26"	46° 37' 52"
Monte Mor	TU0074P	P3 - Sabesp	Tubarão	40 a 350	7	22° 56' 55"	47° 17' 47"
Nazaré Paulista	PC0262P	P Bairro Cuiabá - Sabesp	Pré-Cambriano	21 a 233	7	23° 14' 56"	46° 23' 17"
Paulínia	SG0199N	P Nascente Fontanário	Serra Geral	Nascente	0	22° 45' 09"	47° 09' 51"
Pedra Bela	PC0094P	P2 - Sabesp	Pré-Cambriano	37 a 180	0	22° 47' 31"	46° 26' 21"
Rafard	TU0270P	P23 - PM	Tubarão	11 a 297	69	23° 02' 06"	47° 32' 24"
Rio Claro	PD0353P	P Pedágio - Rod Wilson Finardi km 59	Passa Dois	30 a 101	35	22° 22' 23"	47° 28' 51"
Santa Maria da Serra	GU0276P	P3 - Sabesp	Guarani	18 a 240	*	22° 33' 47"	48° 09' 01"
Santo Antônio de Posse	PC0278P	P Beef Snacks do BR	Pré-Cambriano	171 a 300	54	22° 36' 09"	47° 00' 24"
Tuiuti	PC0145P	P1 Arraial - Sabesp	Pré-Cambriano	26 a 141	1	22° 49' 57"	46° 38' 48"
Valinhos	PC0148P	P San Fernando - PM	Pré-Cambriano	19 a 150	2	22°57' 56"	46° 58' 21"

* s. d. - sem dados

Figura 5.3.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.



As Tabelas 5.3.3 a 5.3.4 e os Gráficos 5.3.1 a 5.3.3 apresentam as desconformidades para os Aquíferos, Passa Dois, Pré-Cambriano e Tubarão, na UGRHI 5.

Tabela 5.3.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Passa Dois na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2012-2015.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Rio Claro	PD0353P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-15	401 µg L ⁻¹	Ponto Novo
		Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	abr-15	2,73 mg L ⁻¹	Ponto Novo

No Aquífero Passa Dois, houve a inserção de um ponto novo, no município de Rio Claro, onde foram observadas desconformidades para ferro e fluoreto, ambos em apenas uma campanha.

Tabela 5.3.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.

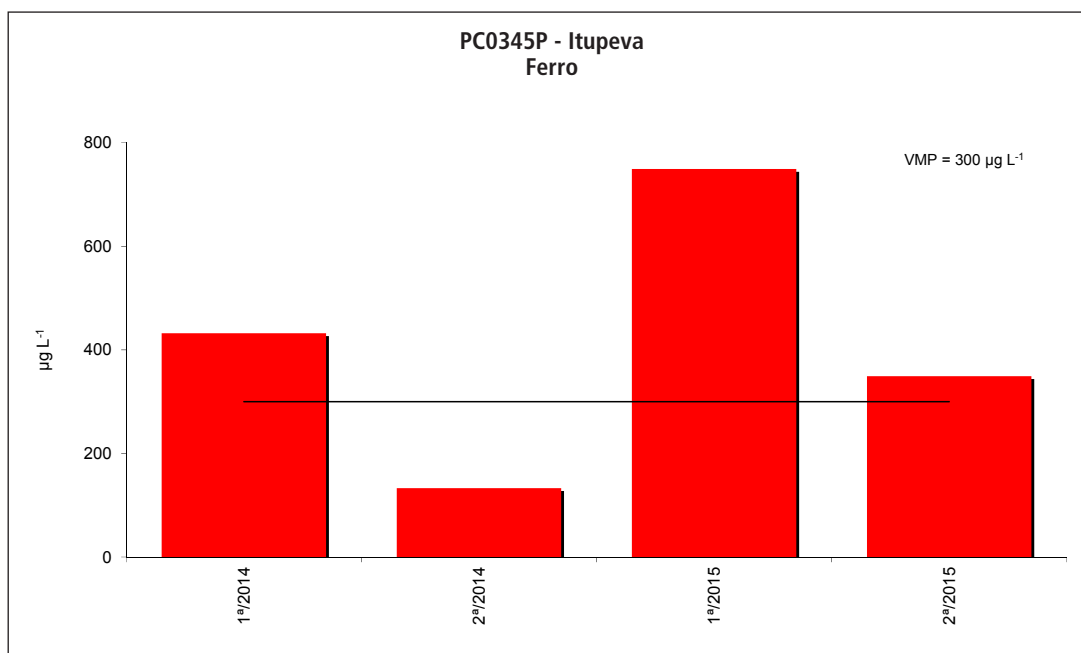
Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Amparo	PC0298P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-13	Presente	0
Itupeva	PC0345P	Chumbo	10 µg L ⁻¹	abr-15	12,3 µg L ⁻¹	Ponto Novo
		Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-14	432 µg L ⁻¹	
				abr-15	749 µg L ⁻¹	
				set-15	349 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-15	Presente	
Monte Alegre do Sul	PC0321P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	Ponto Novo
Pedra Bela	PC0094P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-13	Presente	1
Santo Antonio de Posse	PC0278P	Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	abr-13	9 mg L ⁻¹	5
				out-13	9 mg L ⁻¹	
				abr-14	10 mg L ⁻¹	
				out-14	9 mg L ⁻¹	
				abr-15	9 mg L ⁻¹	
Valinhos	PC0148P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-15	Presente	1
		Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	set-15	9 mg L ⁻¹	0

No Aquífero Pré-Cambriano, observam-se seis pontos com ocorrências de desconformidades, dos quais, dois são pontos novos.

O ponto de coleta do Aquífero Pré-Cambriano situado em Itupeva, onde foram observadas desconformidades para o ferro, foi acrescentado à rede de monitoramento em 2014. Este ponto apresentou o maior número de parâmetros com resultados acima do valor máximo permitido, como os parâmetros ferro, chumbo e coliformes totais. Para chumbo, trata-se de um resultado isolado em abril de 2015. O parâmetro ferro apresentou três amostras desconformes.

O Gráfico 5.3.1 apresenta o resultado das concentrações de ferro no referido ponto.

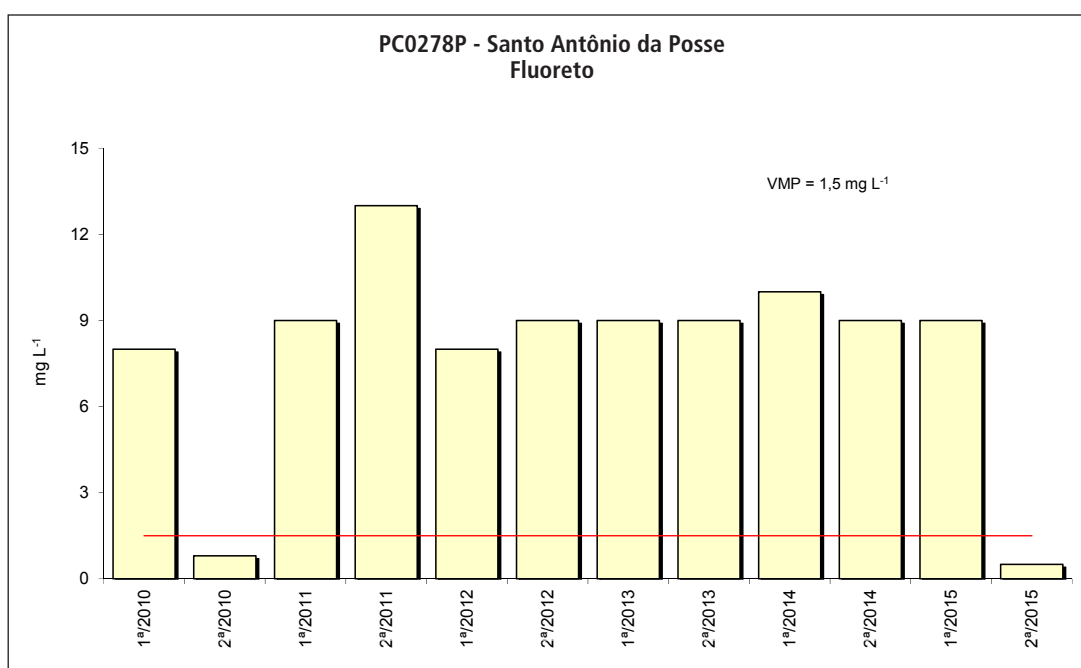
Gráfico 5.3.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0345P – Itupeva, no Aquífero Pré-Cambriano.



No ponto PC0278P, situado em Santo Antônio de Posse, foi observado o mesmo número de desconformidades para o fluoreto que no triênio de 2010-2012, com a manutenção dos valores das concentrações nos dois triênios muito próximas.

O Gráfico 5.3.2 apresenta a série histórica das concentrações de fluoreto nesse ponto.

Gráfico 5.3.2 – Série histórica dos resultados para fluoreto no ponto PC0278P – Santo Antônio de Posse, no Aquífero Pré-Cambriano.



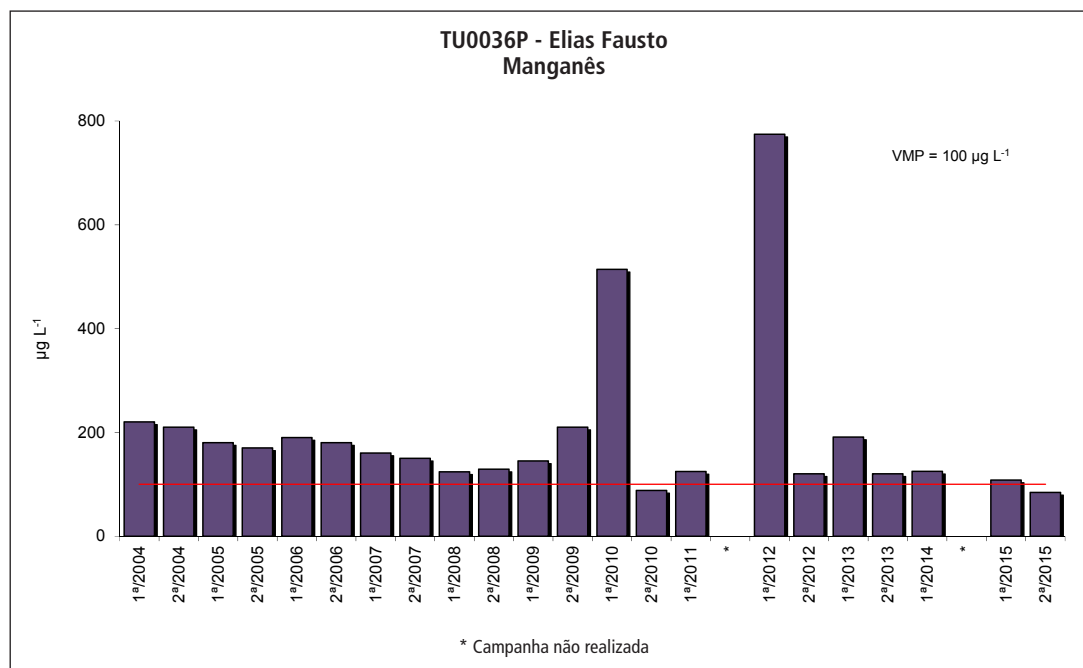
As desconformidades no Aquífero Tubarão são apresentadas na Tabela 5.3.5, a seguir.

Tabela 5.3.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.

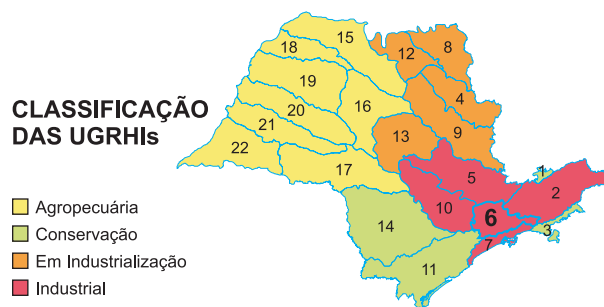
Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Americana	TU0176N	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-15	Presente	0
Elias Fausto	TU 0036P	Chumbo	10 $\mu\text{g L}^{-1}$	out-13	13,9 $\mu\text{g L}^{-1}$	2
		Manganês	100 $\mu\text{g L}^{-1}$	abr-13	191 $\mu\text{g L}^{-1}$	4
				out-13	120 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				abr-14	125 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				abr-15	108 $\mu\text{g L}^{-1}$	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-13	Presente	4
Limeira	TU0153P	Ferro	300 $\mu\text{g L}^{-1}$	out-13	586 $\mu\text{g L}^{-1}$	1
				mar-15	650 $\mu\text{g L}^{-1}$	
	TU0177P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	set-15	14000 UFC mL ⁻¹	1
Monte Mor	TU0074P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	1

O ponto de Elias Fausto, no Aquífero Tubarão, apresentou quatro desconformidades para o parâmetro manganês, o mesmo número do triênio anterior. Neste ponto também foi verificado, no início do triênio, uma ultrapassagem para chumbo, próxima ao VMP, que não se repetiu nas amostragens seguintes.

Gráfico 5.3.3 – Série histórica dos resultados para manganês no ponto PC0036P – Elias Fausto, no Aquífero Tubarão.



5.4 UGRHI 6 – Alto Tietê



Essa UGRHI, composta por 34 municípios, concentra 47,1% da população do Estado, sendo que 98,86% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Nessa UGRHI, que abriga a Região Metropolitana de São Paulo, as águas subterrâneas são pouco utilizadas para abastecimento público, sendo esse recurso captado em alguns municípios para complementar o volume de água distribuído à população. As demais características são apresentadas na Tabela 5.4.1.

Tabela 5.4.1 – Características da UGRHI 6 – Alto Tietê.

Municípios (34)	Arujá; Barueri; Biritiba Mirim; Caieiras; Cajamar; Carapicuíba; Cotia; Diadema; Embu; Embu-Guaçu; Ferraz de Vasconcelos; Francisco Morato; Franco da Rocha; Guarulhos; Itapecerica da Serra; Itapevi; Itaquaquecetuba; Jandira; Mairiporã; Mauá; Mogi das Cruzes; Osasco; Pirapora do Bom Jesus; Poá; Ribeirão Pires; Rio Grande da Serra; Salesópolis; Santana de Parnaíba; Santo André; São Bernardo do Campo; São Caetano do Sul; São Paulo; Suzano; Taboão da Serra.		
População (IBGE, projeção 2015)	20.912.982 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano e São Paulo		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	10,92	5,70	52,2
Área de drenagem	5.868 km²		
Principais rios e reservatórios	Rios Tietê, Pinheiros, Tamanduateí, Claro, Paraitinga, Jundiá, Biritiba-Mirim e Taiaçupeba. Reservatórios: Paraitinga, Ribeirão do Campo, Ponte Nova, Biritiba-Mirim, Jundiá, Taiaçupeba, Billings, Guarapiranga, Pirapora, Represas do Sistema Cantareira e Pedro Beicht.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	88%	53%	
Principais atividades econômicas	Esta região constitui-se no maior polo de riqueza nacional e responde pela geração de cerca de 15% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. A metrópole de São Paulo, concentrando o comando do grande capital privado nacional, centraliza a sede dos mais importantes complexos industriais, comerciais e financeiros que controlam as atividades econômicas do País. Abriga uma série de serviços sofisticados, definidos pela interdependência dos setores, que se integram e se complementam. O setor de serviços é o mais expressivo e mostra uma grande complementaridade com a indústria. Ressalta-se, ainda, o setor de transportes, de serviços técnicos às empresas, de saúde e de telecomunicações.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural corresponde a 27,2% da área total, com remanescentes da Floresta Ombrófila Densa, que ocorre de forma contínua na sua porção S, SE, SO e centro-norte, bem como de forma fragmentada por toda a UGRHI. Ocorrem fragmentos de Cerrados, em área restrita, em sua porção norte. Destacam-se os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Mogi das Cruzes, Cotia e Salesópolis, com significativas áreas com mata nativa		

Os vinte e oito pontos de monitoramento utilizados no triênio são poços utilizados para abastecimento público de água, serviços, produção de águas minerais, além de nascentes e estão distribuídos nos aquíferos Pré-Cambriano e São Paulo. A Tabela 5.4.2 e a Figura 5.4.1 apresentam as características e a localização desses pontos na UGRHI 6 – Alto Tietê.

Tabela 5.4.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê (continua).

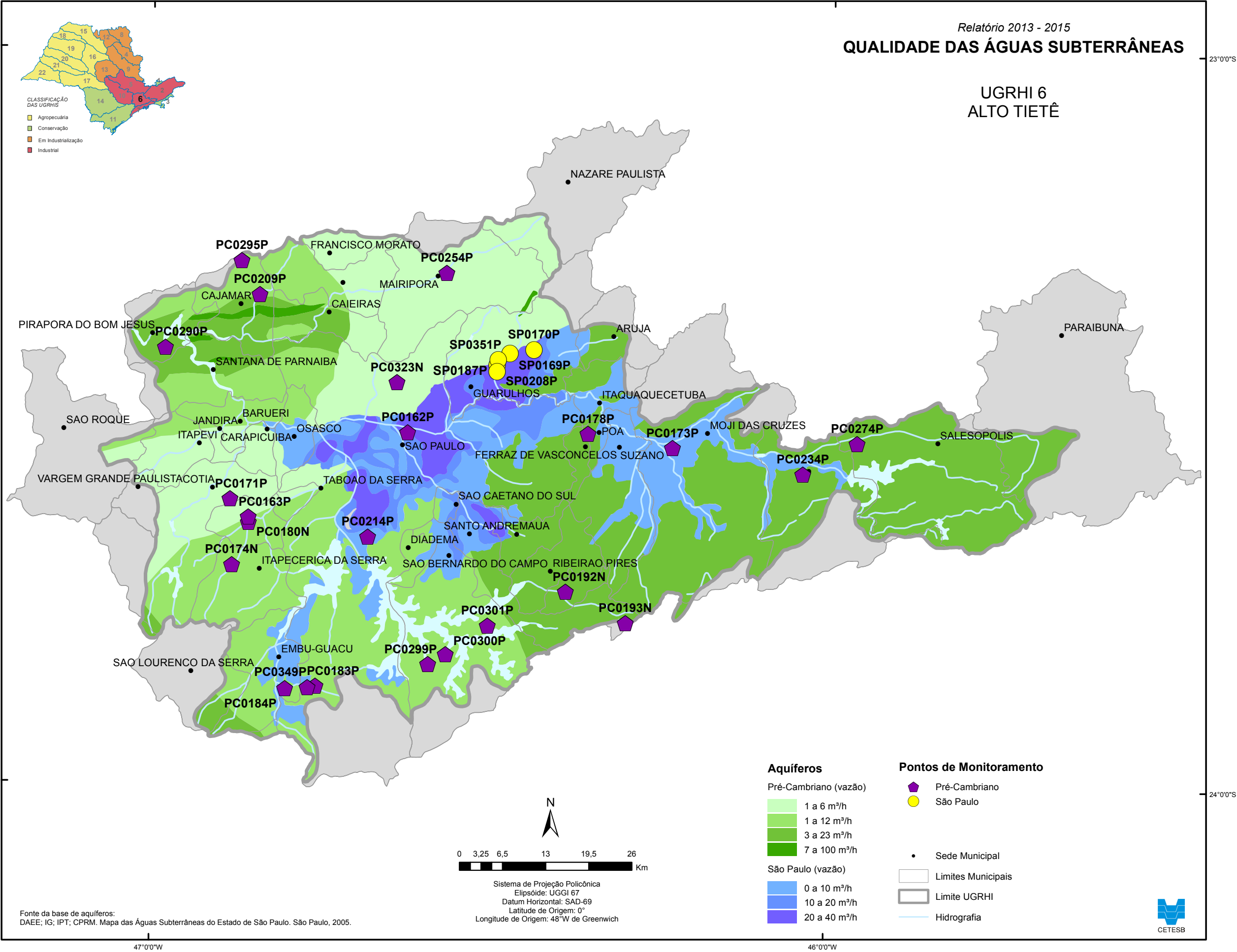
Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Biritiba-Mirim	PC0234P	P Irohi - Sabesp	Pré-Cambriano	6 a 140	7	23° 34' 26"	46° 02' 19"
Cajamar	PC0209P	P4 – Sabesp	Pré-Cambriano	*	11	23° 20' 11"	46° 50' 32"
Cajamar	PC0295P	P1 Jordanésia Cond. Capitalville - Sabesp	Pré-Cambriano	24 a 215	5	23°17'25"	46°52'08"
Cotia	PC0171P	P2 Cotia Foods	Pré-Cambriano	34 a 290	*	23° 36' 54"	46° 53' 02"
Embu das Artes	PC0163P	P Águas Criss Ltda	Pré-Cambriano	53 a 262	23	23° 38' 22"	46° 51' 25"
Embu das Artes	PC0180N	P Águas Criss Ltda	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 38' 47"	46° 51' 24"
Embu-Guaçu	PC0184P	P2 - Sabesp	Pré-Cambriano	31 a 150	1	23° 52' 20"	46° 48' 04"
Guarulhos	SP0169P	P14 - SAAE	São Paulo	124 a 218	112	23° 24' 52"	46° 28' 22"
Guarulhos	SP0170P	P17 - SAAE	São Paulo	129 a 235	*	23° 24' 32"	46° 26' 15"
Guarulhos	SP0187P	P2 Aeroporto - DAEE	São Paulo	78 a 238	43	23° 25' 50"	46° 29' 30"
Guarulhos	SP0208P	P6 - Aeroporto	São Paulo	*	*	23° 26' 21"	46° 29' 30"
Guarulhos	SP0351P	P15 - Aeroporto	São Paulo	125 a 235	141	23° 25' 24"	46° 29' 25"
Itapecerica da Serra	PC0174N	P Crystal Fonte Del Rey - Mineração Zulu	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 42' 16"	46° 52' 52"
Mairiporã	PC0254P	P7 Jardim Sandra - Sabesp	Pré-Cambriano	26 a 154	3	23° 18' 19"	46° 34' 01"
Mogi das Cruzes	PC0173P	P SPAL	Pré-Cambriano	*	*	23° 32' 27"	46° 13' 54"
Pirapora do Bom Jesus	PC0290P	P4 - Sabesp	Pré-Cambriano	136 a 211	4	23°24'33"	46°58'51"
Poá	PC0178P	P Mineração Planeta Água	Pré-Cambriano	*	*	23° 31' 21"	46° 21' 23"

Tabela 5.4.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê (conclusão).

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Rio Grande da Serra	PC0192N	P Fontanário	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 44' 16"	46° 23' 14"
Salesópolis	PC0274P	P Vila Bragança - Sabesp	Pré-Cambriano	37 a 49	0	23° 31' 54"	45° 57' 33"
Santo André	PC0193N	P Paranapiacaba	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 46' 46"	46° 17' 53"
São Bernardo do Campo	PC0299P	P2 Santa Cruz - Sabesp	Pré-Cambriano	34 a 240	3	23° 50' 18"	46° 35' 23"
São Bernardo do Campo	PC0300P	P1 Tatetos - Sabesp	Pré-Cambriano	85 a 220	2	23° 49' 27"	46° 33' 50"
São Bernardo do Campo	PC0301P	P1 Capelinha - Sabesp	Pré-Cambriano	51 a 208	2	23° 47' 06"	46° 30' 08"
São Paulo	PC0162P	P Escola Técnica Federal - DAEE	Pré-Cambriano	43 a 320	34	23° 31' 22"	46° 37' 21"
São Paulo	PC0183P	P1 Parelheiros - Sabesp	Pré-Cambriano	82 a 240	0	23° 52' 08"	46° 45' 22"
São Paulo	PC0214P	P1 Fonte Sonja	Pré-Cambriano	88 a 252	95	23° 39' 56"	46° 40' 49"
São Paulo	PC0349P	P Jardim Oriental - Sabesp	Pré-Cambriano	40 a 250	0	23° 52' 14"	46° 46' 04"
São Paulo	PC0323N	P Horto Florestal	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 27' 18"	46° 38' 20"

* s. d. - sem dados

Figura 5.4.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê.



As Tabelas 5.4.3 e 5.4.4 e os Gráficos 5.4.1 a 5.4.13 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Pré-Cambriano e São Paulo, na UGRHI 6.

Tabela 5.4.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 6 – Alto Tietê (continua).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Biritiba Mirim	PC0234P	Arsênio	10 µg L ⁻¹	abr-13	14,6 µg L ⁻¹	1
				abr-14	14,2 µg L ⁻¹	
				abr-15	18,5 µg L ⁻¹	
				out-15	11,7 µg L ⁻¹	
		Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	1255 µg L ⁻¹	3
				out-13	1286 µg L ⁻¹	
				abr-14	1587 µg L ⁻¹	
				out-14	1209 µg L ⁻¹	
				abr-15	1160 µg L ⁻¹	
				out-15	1200 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	111 µg L ⁻¹	1
				out-13	102 µg L ⁻¹	
				abr-14	177 µg L ⁻¹	
				out-14	108 µg L ⁻¹	
				out-15	111 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	1
Cajamar	PC0209P	Arsênio	10 µg L ⁻¹	abr-15	11 µg L ⁻¹	0
Cotia	PC0171P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-13	670 UFC mL ⁻¹	0
Mogi das Cruzes	PC0173P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-14	508 µg L ⁻¹	0
		Manganês	100 µg L ⁻¹	out-14	320 µg L ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-14	Presente	0
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-14	>5700 UFC mL ⁻¹	0
Pirapora do Bom Jesus	PC0290P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-15	970 UFC mL ⁻¹	1
Poá	PC0178P	Arsênio	10 µg L ⁻¹	abr-15	10,7 µg L ⁻¹	0
Santo André	PC0193N	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-14	Presente	2
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-14	>5700 UFC mL ⁻¹	1
				out-15	740 UFC mL ⁻¹	
São Bernardo do Campo	PC0299P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	876 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				abr-14	352 µg L ⁻¹	
				out-14	458 µg L ⁻¹	
				nov-15	1618 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-14	112 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-14	107 µg L ⁻¹	

Tabela 5.4.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 6 – Alto Tietê (conclusão).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
São Bernardo do Campo	PC0300P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	779 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-13	782 µg L ⁻¹	
				abr-14	942 µg L ⁻¹	
				abr-15	732 µg L ⁻¹	
				out-15	718 µg L ⁻¹	
São Bernardo do Campo	PC0301P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-14	518 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-15	674 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	141 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-14	161 µg L ⁻¹	
				abr-15	111 µg L ⁻¹	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-13	720 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-13	1100 µg L ⁻¹	
São Paulo	PC0162P	Chumbo	10 µg L ⁻¹	out-13	14,3 µg L ⁻¹	2
				out-14	24,7 µg L ⁻¹	
				abr-15	78,5 µg L ⁻¹	
		Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	352 µg L ⁻¹	1
				abr-15	7472 µg L ⁻¹	
		Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	abr-13	2,28 µg L ⁻¹	6
				out-13	2,75 µg L ⁻¹	
				out-14	2,33 µg L ⁻¹	
				abr-15	2,29 µg L ⁻¹	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-14	>5700 UFC mL ⁻¹	0
São Paulo	PC0183P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	1341 µg L ⁻¹	5
				out-13	1965 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	205 µg L ⁻¹	5
				out-13	181 µg L ⁻¹	
São Paulo	PC0323N	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-14	Presente	Ponto Novo
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-15	>5700 UFC mL ⁻¹	
São Paulo	PC0349P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-14	1087 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				abr-15	986 µg L ⁻¹	
				out-15	972 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	out-14	234 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				abr-15	186 µg L ⁻¹	

Gráfico 5.4.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano.

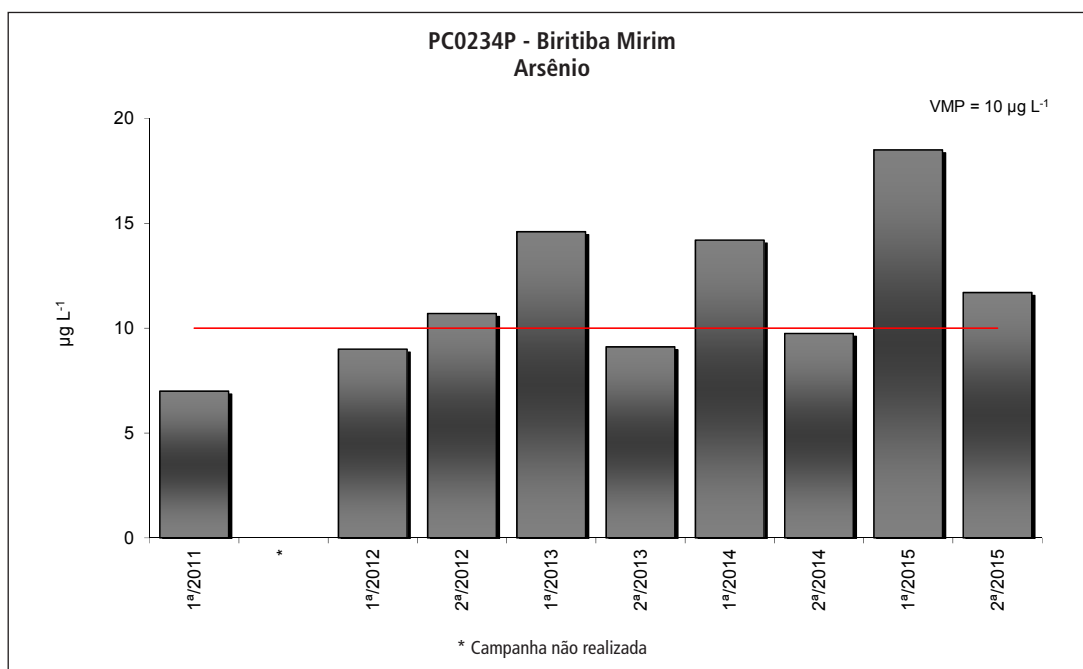


Gráfico 5.4.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano.

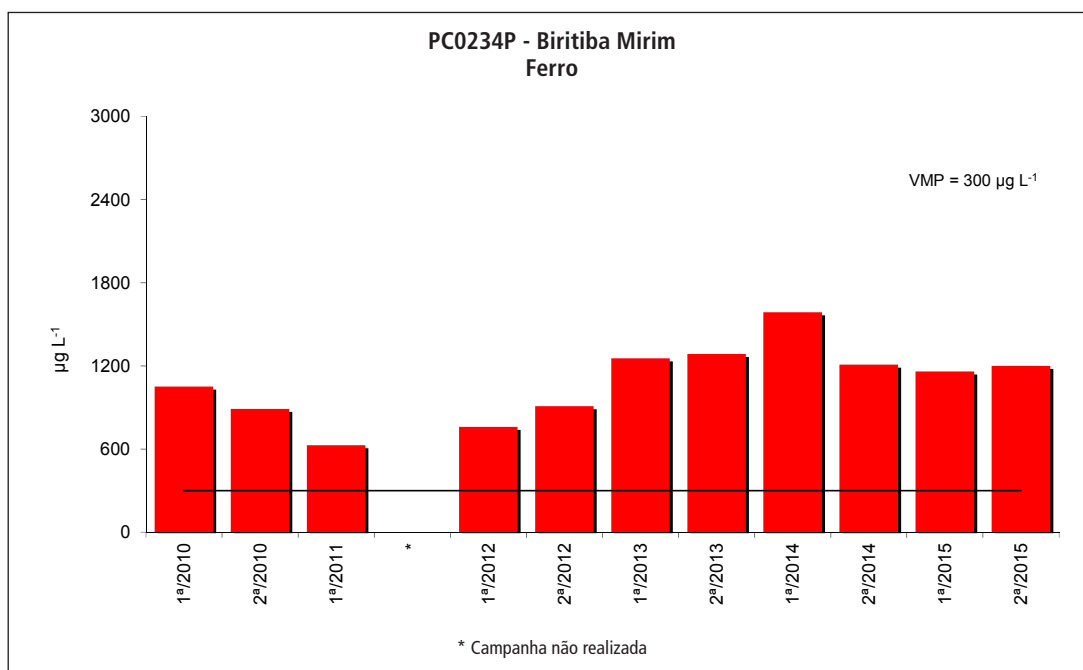


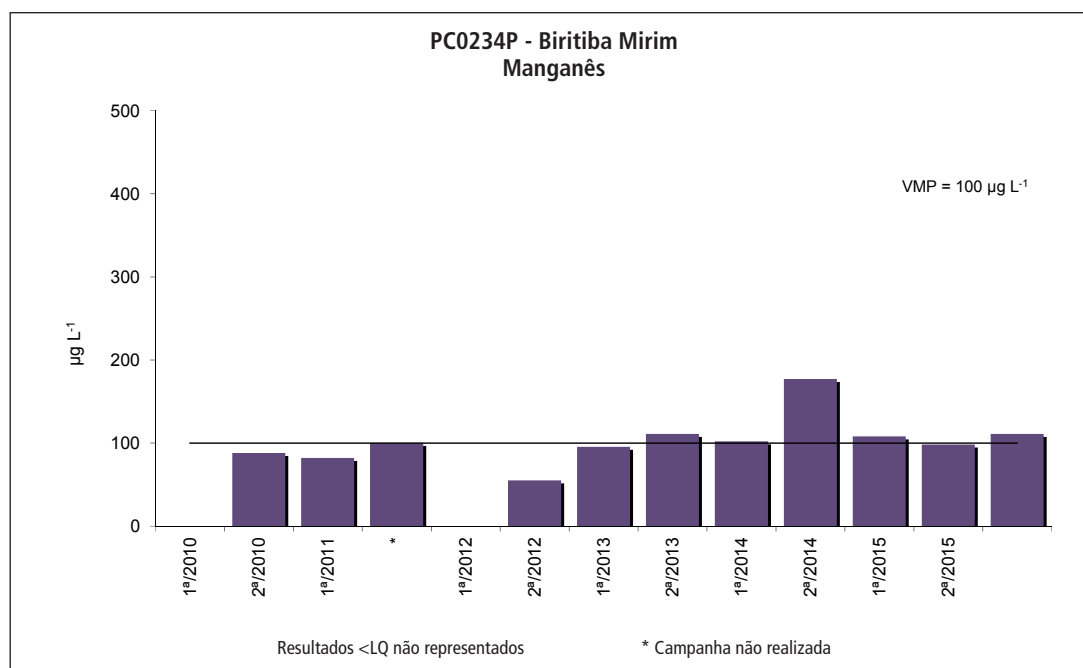
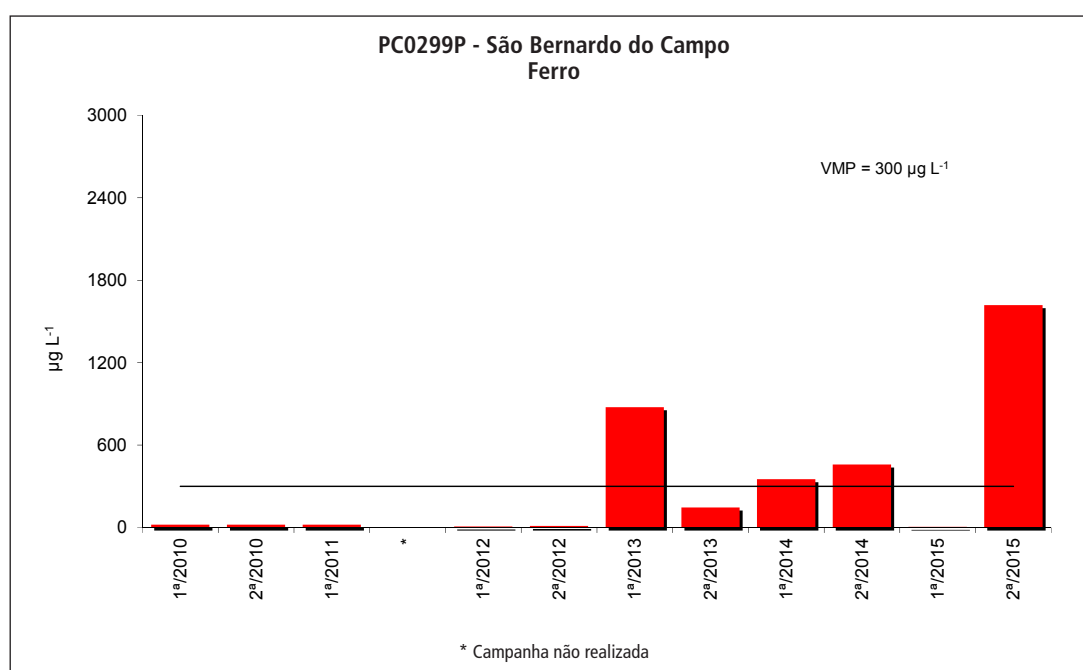
Gráfico 5.4.3 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano.**Gráfico 5.4.4** – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0299P – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano.

Gráfico 5.4.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0300P – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano.

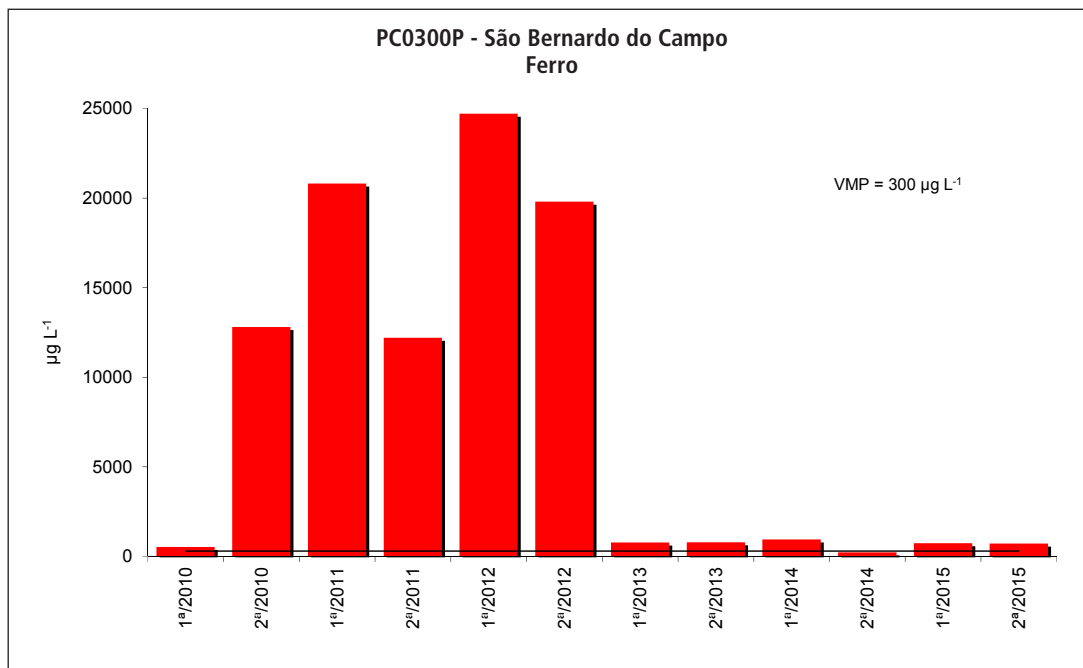


Gráfico 5.4.6 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.

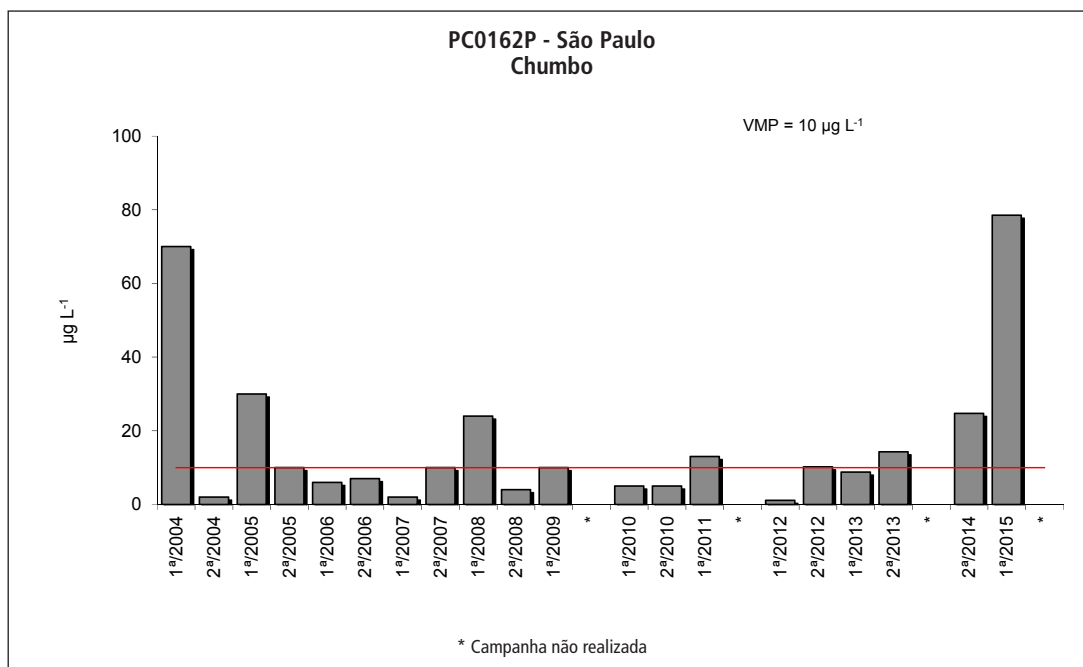


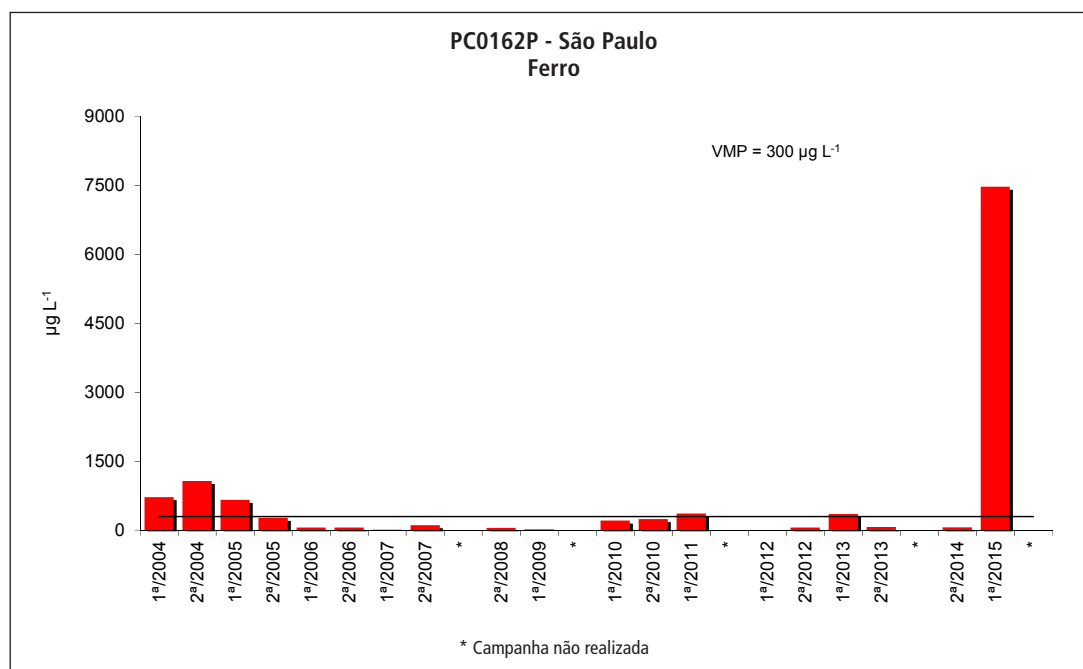
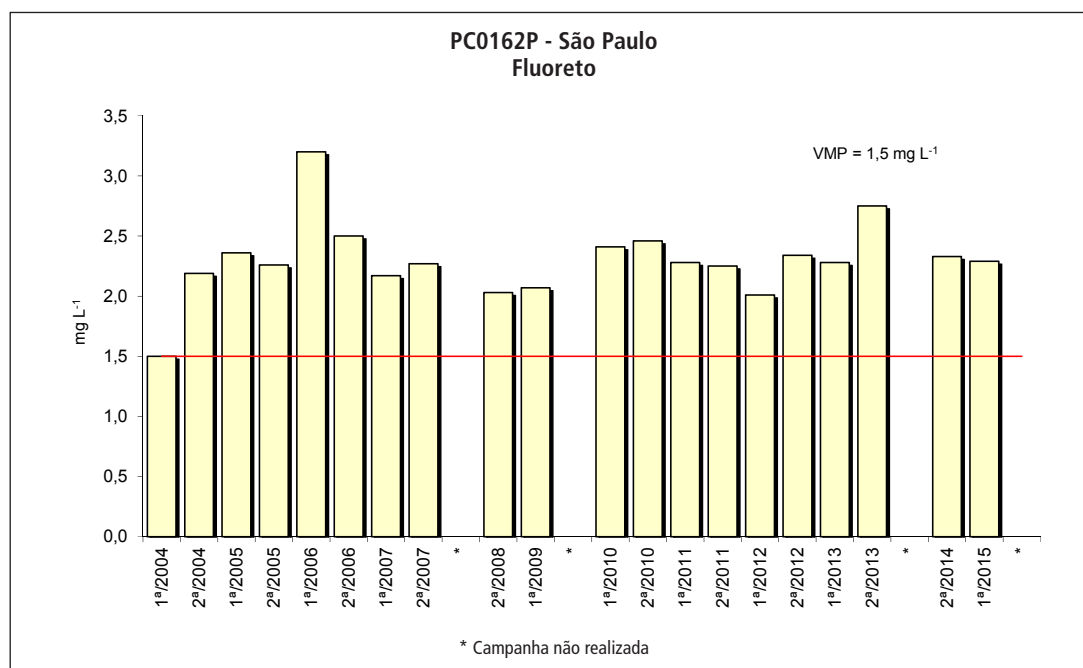
Gráfico 5.4.7 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.**Gráfico 5.4.8** – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.

Gráfico 5.4.9 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.

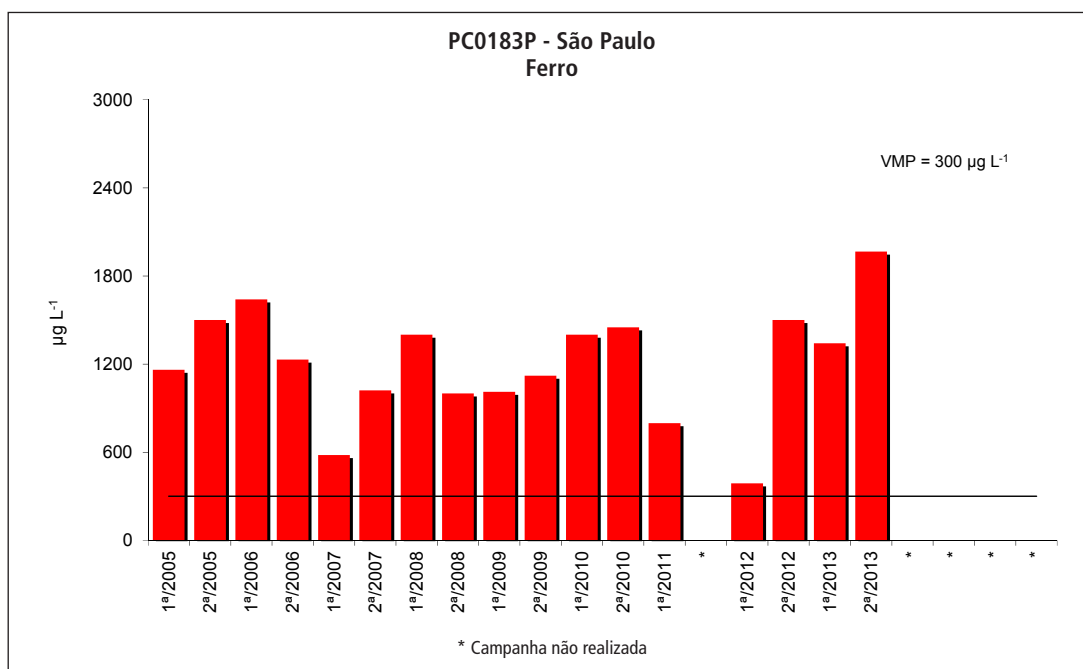
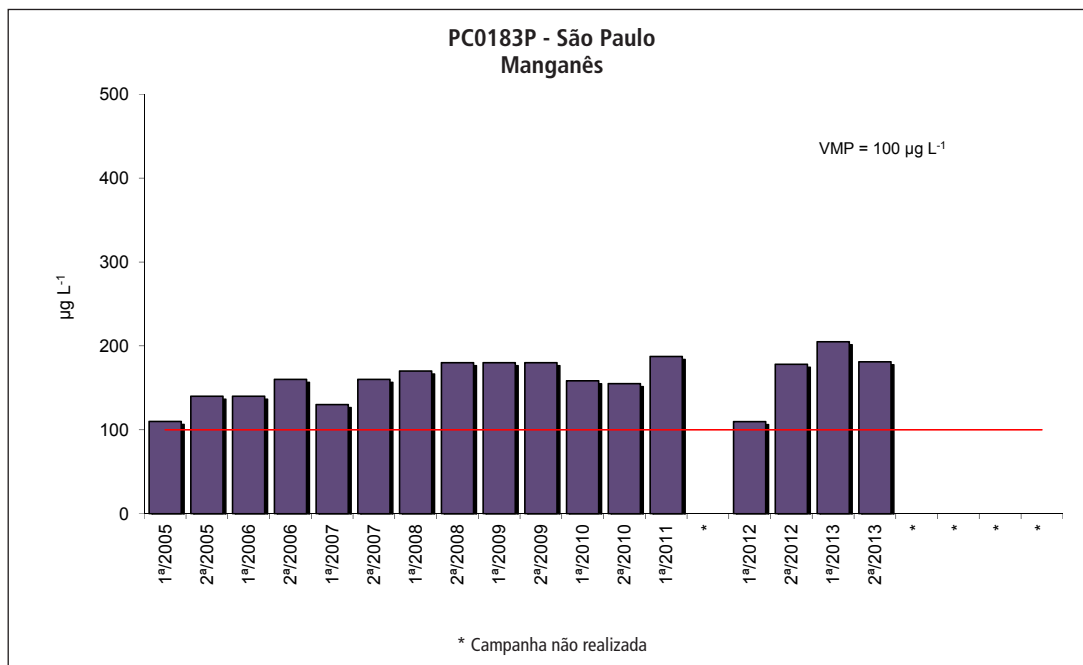


Gráfico 5.4.10 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano.



No triênio 2013-2015 foram adicionados à rede de monitoramento cinco novos pontos de monitoramento que captam água do aquífero Pré-Cambriano, sendo três no município de São Bernardo do Campo (PC0299, PC0300P e PC0301P) e dois no município de São Paulo, o PC0323N e o PC0349P. Este último substituiu o ponto PC0183P a partir da primeira campanha de amostragem de 2014.

Os teores de arsênio determinados no ponto PC0234P, localizado no município de Biritiba Mirim, excederam o VMP ($10 \mu\text{g L}^{-1}$) em cinco campanhas das nove realizadas desde sua inclusão na rede em 2011, das quais quatro ocorreram nesse último triênio. Apesar da ocorrência de valores acima do VMP, principalmente em 2015, não é possível concluir sobre a tendência de aumento das concentrações, uma vez que foram realizadas poucas campanhas de monitoramento até o momento, e os demais valores da série histórica encontram-se próximos ao VMP.

O ponto PC0162P, localizado no município de São Paulo, historicamente apresenta concentrações de chumbo iguais ou acima do VMP desde sua primeira campanha realizada em 2004, oscilando ao longo do tempo. Em relação ao fluoreto, observa-se que o VMP foi excedido em todas as campanhas realizadas, atingindo seu valor máximo ($3,2 \mu\text{g L}^{-1}$) na 1ª campanha de 2006, mantendo-se estável ao longo do tempo, com média histórica de $2,26 \mu\text{g L}^{-1}$.

Tabela 5.4.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero São Paulo, na UGRHI 6 – Alto Tietê.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Guarulhos	SP0169P	Ferro	$300 \mu\text{g L}^{-1}$	abr-13	$518 \mu\text{g L}^{-1}$	1
				abr-15	$386 \mu\text{g L}^{-1}$	
		Manganês	$100 \mu\text{g L}^{-1}$	abr-13	$126 \mu\text{g L}^{-1}$	1
				out-13	$113 \mu\text{g L}^{-1}$	
Guarulhos	SP0170P	Manganês	$100 \mu\text{g L}^{-1}$	abr-13	$172 \mu\text{g L}^{-1}$	1
				abr-14	$321 \mu\text{g L}^{-1}$	
				out-14	$171 \mu\text{g L}^{-1}$	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-14	Presente	0
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL^{-1}	abr-14	2000 UFC mL^{-1}	0
Guarulhos	SP0351P	Manganês	$100 \mu\text{g L}^{-1}$	abr-15	$124 \mu\text{g L}^{-1}$	Ponto Novo
				out-15	$125 \mu\text{g L}^{-1}$	

Gráfico 5.4.11 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo.

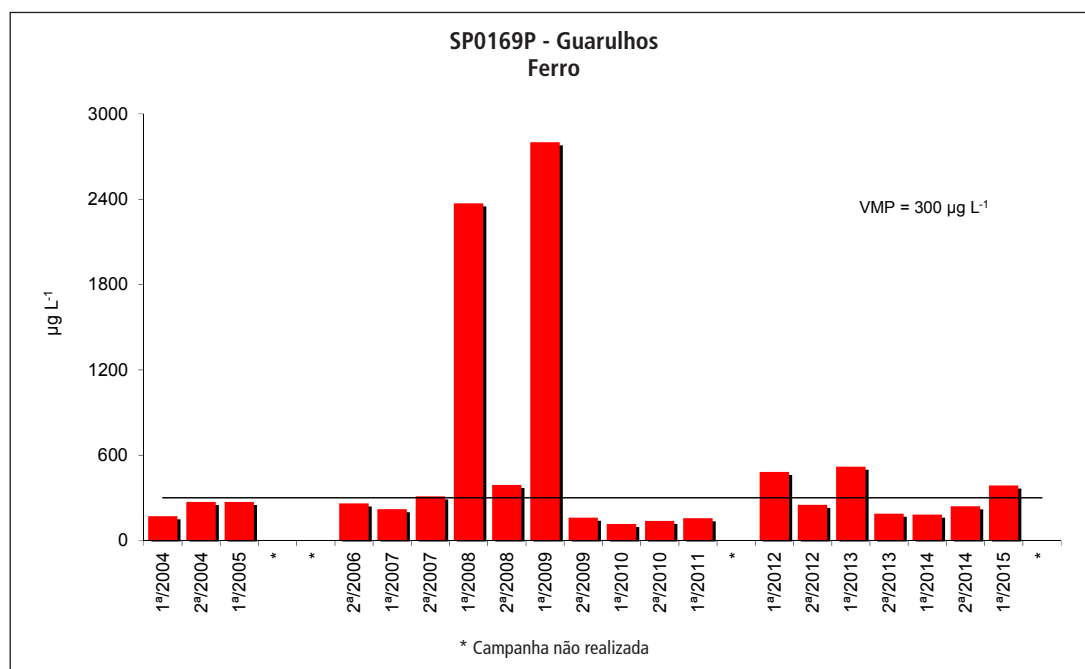


Gráfico 5.4.12 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo.

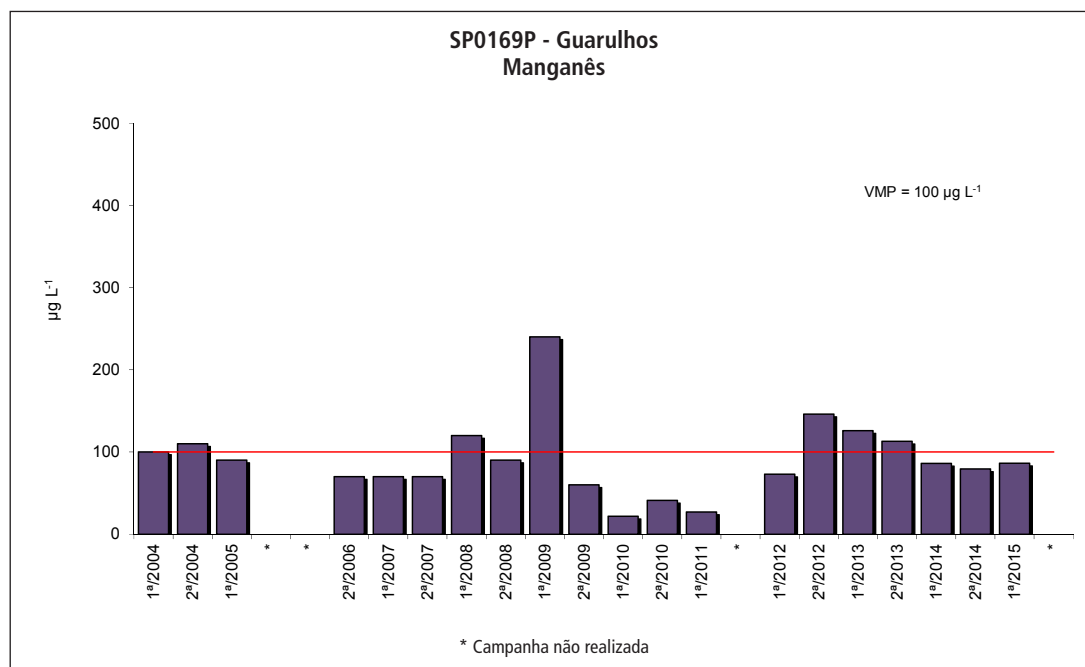
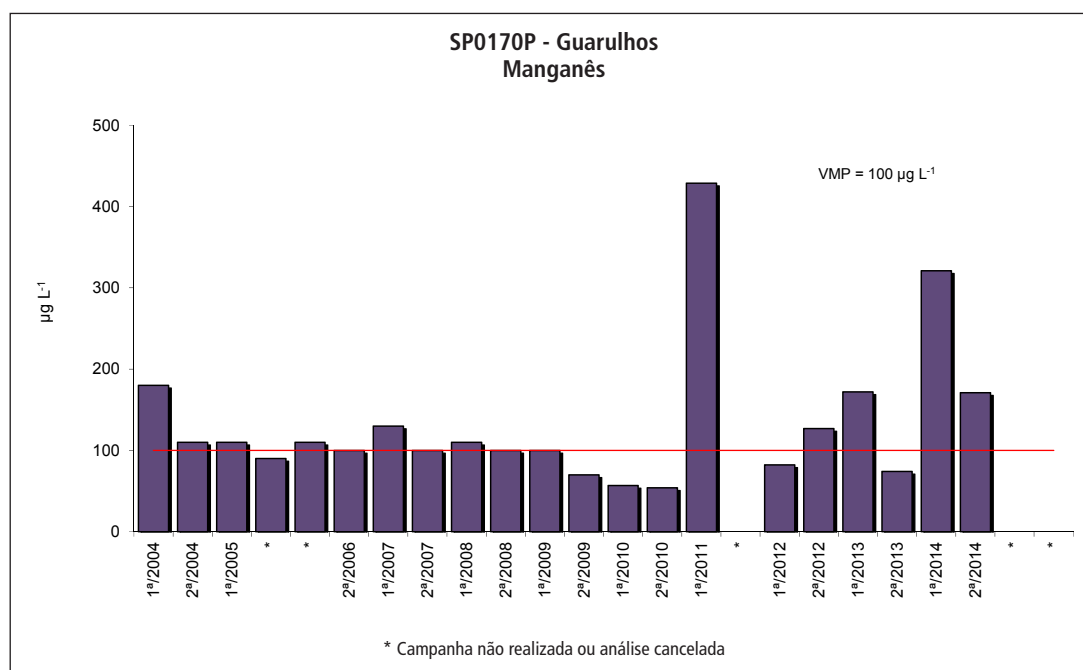


Gráfico 5.4.13 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto SP0170P – Guarulhos, Aquífero São Paulo.

No triênio 2013-2015 foi inserido na rede de monitoramento o ponto SP0351P, localizado no município de Guarulhos, que capta água do aquífero São Paulo.

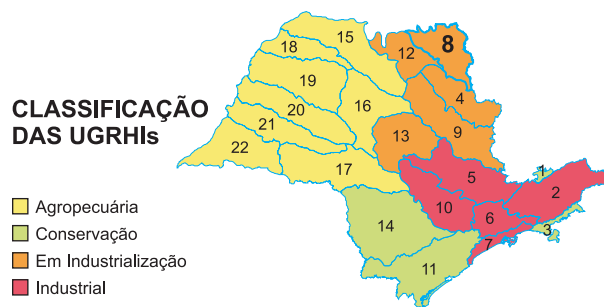
A Tabela 5.4.5 apresenta os resultados obtidos para as substâncias orgânicas voláteis acima do limite de quantificação. As concentrações de clorofórmio, substância que faz parte do grupo dos Trihalometanos, estão abaixo do valor máximo permitido da Portaria MS 2914/11. Normalmente, em águas tratadas, os Trihalometanos podem ser formados no processo de desinfecção com cloro.

Tabela 5.4.5 – Substâncias Orgânicas Voláteis detectadas no triênio 2013-2015.

Parâmetro	VMP (µg L ⁻¹)	Município	Ponto CETESB	1ª-2013	2ª-2013	1ª-2014	2ª-2014	1ª-2015	2ª-2015
Clorofórmio	100	Cajamar	PC0209P	3,3	2,85	3,08	--	--	--
		Embu	PC0180N	5,32	7,29	9	9,75	12,5	10,8
		Itapecerica da Serra	PC0174N	3,99	--	--	--	--	--
		Salesópolis	PC0274P	--	--	--	--	--	2,95

VMP – Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde

5.5 UGRHI 8 – Sapucaí / Grande



Nessa UGRHI, composta por 22 municípios, vive aproximadamente 1,6% da população do Estado, sendo que 94% dos habitantes reside em áreas urbanas. Metade dos municípios são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas para abastecimento público e cerca de 30% utilizam sistemas mistos. Nessa UGRHI afloram os aquíferos Serra Geral e Guarani. As demais características são apresentadas na Tabela 5.5.1.

Tabela 5.5.1 – Características da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.

Municípios (22)	Aramina; Batatais; Buritizal; Cristais Paulista; Franca; Guaiara; Guará; Igarapava; Ipuã; Itirapuã; Ituverava; Jeriquara; Miguelópolis; Nuporanga; Patrocínio Paulista; Pedregulho; Restinga; Ribeirão Corrente; Rifaina; Santo Antonio da Alegria; São Joaquim da Barra; São José da Bela Vista.		
População (IBGE, projeção 2015)	718.005 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral e Guarani		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	18,07	1,03	5,7
Área de drenagem	9.125 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Sapucaí-Mirim, Rio Canoas, Rio do Carmo, Rio Grande e Ribeirão dos Bagres Reservatórios: Peixoto, Jaguará, Igarapava, Volta Grande, Buritis, Esmeril, Dourados, São Joaquim e Monjolinho		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	94 %	87 %	
Principais atividades econômicas	A indústria calçadista de Franca destaca-se como uma das maiores do país, com grande produção para exportação. Distingue-se também a indústria alimentícia, principalmente de laticínios, além do crescente número de loteamentos. Na agricultura, predomina os cultivos da braquiária, cana-de-açúcar e soja.		
Vegetação remanescente	Os remanescentes florestais dessa UGRHI encontram-se extremamente fragmentados, perfazendo 6,6 % de sua área, com vegetação natural composta pela Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado.		

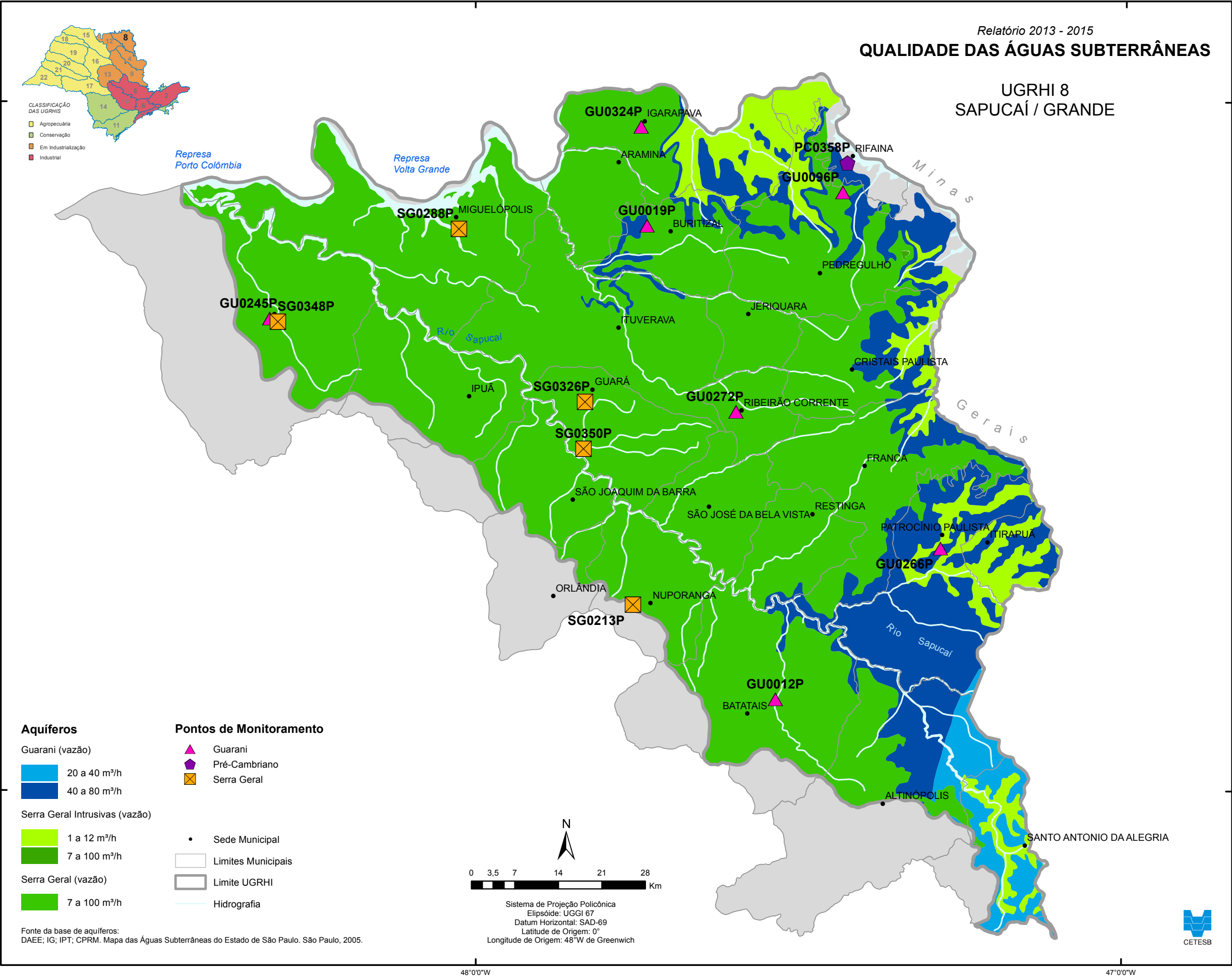
No período 2013-2015 foram monitorados treze poços tubulares, que captam água para abastecimento público dos aquíferos Guarani, Serra Geral e Pré-Cambriano, com a inserção de dois pontos novos e uma substituição, relativamente ao triênio anterior. A Tabela 5.5.2 apresenta às características destes pontos de monitoramento e a figura 5.5.1 sua localização.

Tabela 5.5.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Batatais	GU0012P	P1 Santa Cruz - Sabesp	Guarani	148 a 260	88	20° 52' 09"	47° 32' 13"
Buritizal	GU0019P	P3 - Sabesp	Guarani	113 a 262	82	20° 10' 55"	47° 44' 11"
Guaíra	GU0245P	P1 R24	Guarani	213 a 717	22	20° 18' 59"	48° 19' 03"
Guaíra	SG0348P	P Balneário - PM	Serra Geral	*	*	20° 19' 16"	48° 18' 17"
Guará	SG0326P	P2 Vila N.S. das Graças - PM	Serra Geral	20 a 175	55	20° 26' 16"	47° 49' 53"
Guará	SG0350P	P Dist. Pioneiros - PM	Serra Geral	12 a 200	32	20° 30' 22"	47° 50' 02"
Igarapava	GU0324P	P7 - Sabesp	Guarani	47 a 98	0	20° 02' 18"	47° 44' 44"
Miguelópolis	SG0288P	P4 - Sabesp	Serra Geral	20 a 270	37	20° 11' 12"	48° 01' 33"
Nuporanga	SG0213P	P5 Centro de lazer	Serra Geral	15 a 130	23	20° 43' 58"	47° 45' 26"
Patrocínio Paulista	GU0266P	P Marumbé - PM	Guarani	224 a 352	10	20° 38' 58"	47° 16' 58"
Pedregulho	GU0096P	P1 - Sabesp	Guarani	49 a 116	11	20° 07' 57"	47° 26' 07"
Ribeirão Corrente	GU0272P	P4 - Sabesp	Guarani	207 a 278	122	20° 27' 06"	47° 35' 56"
Rifaina	PC0358P	P6 - Sabesp	Pré-Cambriano	35 a 150	5	20° 05' 24"	47° 25' 42"

* s. d. - sem dados

Figura 5.5.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.



As Tabelas 5.5.3 e 5.5.4 apresentam as desconformidades para os aquíferos Guarani e Serra Geral nessa UGRHI.

Tabela 5.5.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Batatais	GU0012P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
Buritizal	GU0019P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
			Ausente em 100mL	set-15	Presente	
Pedregulho	GU0096P	Ferro	300 µg L ⁻¹	mar-15	448 µg L ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-14	Presente	0
			Ausente em 100mL	out-15	Presente	

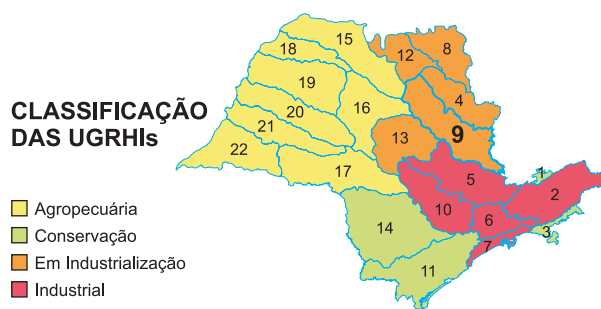
Tabela 5.5.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Guará	SG0326P	Ferro	300 µg L ⁻¹	set-13	309 µg L ⁻¹	Ponto Novo
Nuporanga	SG0213P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0

Nesse período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no poço SG0288P, localizado em Miguelópolis, que capta água do Aquífero Serra Geral.

Foram também verificadas desconformidades para vanádio nos pontos SG0326P e SG348, que captam água do Aquífero Serra Geral e estão localizados nos municípios de Guará e Guaíra, respectivamente, quando considerado o valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

5.6 UGRHI 9 – Mogi Guaçu



Essa UGRHI, que é composta por 38 municípios, concentra 3,5% da população do Estado, sendo que 93,68% dos habitantes vive em áreas urbanas. Cerca de 58% dos municípios se utiliza parcial ou totalmente de águas subterrâneas para abastecimento público, o que equivale a uma população de 1.800.000 habitantes ou 65% da população total. A UGRHI 9 é a que possui maior número de aquíferos aflorantes em seu território, como mostra a Tabela 5.6.1, entre outras características.

Tabela 5.6.1 – Características da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

Municípios (38)	Aguai; Águas da Prata; Águas de Lindóia; Américo Brasiliense; Araras; Barrinha; Conchal; Descalvado; Dumont; Engenheiro Coelho; Espírito Santo do Pinhal; Estiva Gerbi; Guariba; Guataporá; Itapira; Jaboticabal; Leme; Lindóia; Luís Antônio; Mogi Guaçu; Mogi Mirim; Motuca; Pirassununga; Pitangueiras; Pontal; Porto Ferreira; Pradópolis; Rincão; Santa Cruz da Conceição; Santa Cruz das Palmeiras; Santa Lucia; Santa Rita do Passa Quatro; Santo Antonio do Jardim; São João da Boa Vista; Serra Negra; Sertãozinho; Socorro; Taquaral.		
População (IBGE, projeção 2015)	2.851.789 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Serra Geral, Serra Geral Intrusivas, Tubarão, Guarani, Bauru, Aquicluda Passa Dois		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	24,0	3,12	13
Área de drenagem	15.004 km²		
Principais rios e reservatórios	Rios Mogi-Guaçu, do Peixe e Jaguari-Mirim		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	92%	62%	
Principais atividades econômicas	Predominam as atividades do setor primário, destacando-se a agropecuária. As principais culturas são cana-de-açúcar, laranja e milho, além de pastagens. No setor secundário predomina a agroindústria como usinas de açúcar e álcool, óleos vegetais e bebidas, além de frigoríficos e indústria de papel e celulose. O turismo é outra atividade importante, com a presença das estâncias hidrominerais de Águas da Prata, Águas de Lindóia, Lindóia, Serra Negra e Socorro.		
Vegetação remanescente	Cerca de 5,9 % da área total da UGRHI está coberta por vegetação natural com remanescente de Cerrado e Floresta Estacional Semidecídua, em condição de extrema fragmentação.		

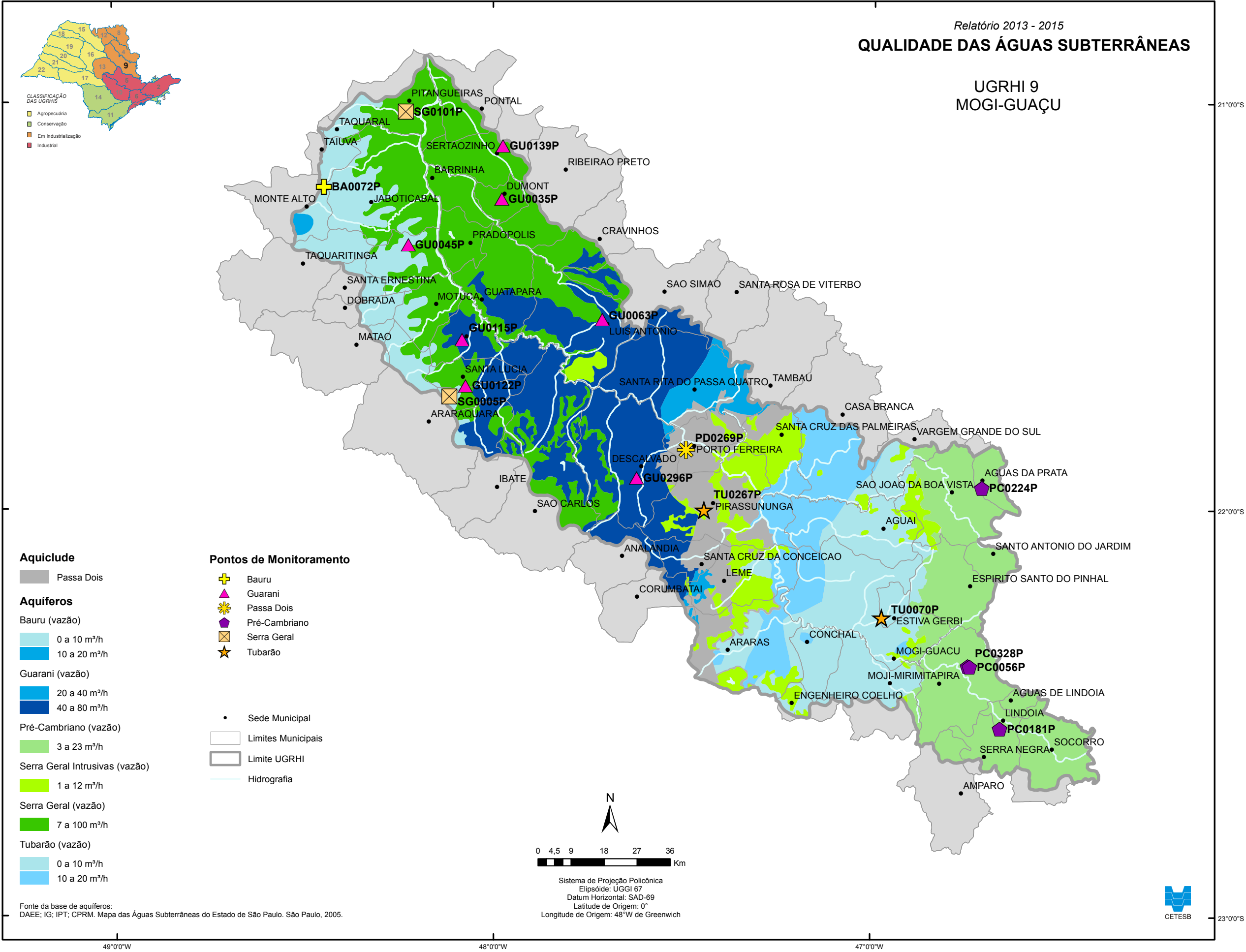
Os pontos da Rede de Monitoramento nessa UGRHI somaram 17 poços tubulares, tendo sido substituído nesse triênio o poço localizado no município de Itapira. São utilizados para abastecimento público e envase de água mineral e que captam água dos aquíferos Bauru, Guarani, Pré-Cambriano, Serra Geral, Tubarão e do Aquicludo Passa Dois. As características e localização desses poços estão na Tabela 5.6.2 e Figura 5.6.1.

Tabela 5.6.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Águas da Prata	PC0224P	P Águas da Prata Ltda	Pré-Cambriano	*	*	21° 56' 58"	46° 42' 43"
Américo Brasiliense	SG0005P	P4 - DAEE	Serra Geral	23 a 120	0	21° 43' 43"	48° 06' 56"
Descalvado	GU0296P	P Bosque do Tamanduá - PM	Guarani	82 a 158	48	21°55'42"	47°37'20"
Dumont	GU0035P	P181 - PM	Guarani	240 a 341	104	21° 14' 32"	47° 58' 40"
Guariba	GU0045P	P1 - PM	Guarani	220 a 591	96	21° 21' 17"	48° 13' 23"
Itapira	PC0056P	P Barão Ataliba Nogueira - PM	Pré-Cambriano	25 a 113	1	22° 23' 22"	46° 44' 26"
Itapira	PC0328P	P Barão Ataliba Nogueira - PM	Pré-Cambriano	12 a 230	5	22° 23' 19"	46° 44' 44"
Lindóia	PC0181P	P da Laje - PM	Pré-Cambriano	36 a 220	190	22° 32' 29"	46° 39' 33"
Luís Antônio	GU0063P	P5 - PM	Guarani	74 a 167	68	21° 32' 19"	47° 42' 49"
Mogi Guaçu	TU0070P	P Samambaia - PM	Tubarão	15 a 150	39	22° 16' 11"	46° 58' 28"
Monte Alto	BA0072P	P1 – Sabesp	Bauru	52 a 116	89	21° 12' 43"	48° 26' 41"
Pirassununga	TU0267P	P Cia Muller Cachaça 51	Tubarão	252 a 408	0	22° 00' 23"	47° 26' 41"
Pitangueiras	SG0101P	P7 Jdim. Bela Vista - PM	Serra Geral	20 a 250	40	21°01'40"	48°13'44"
Porto Ferreira	PD0269P	P R. Daniel de Oliveira Carvalho - PM	Passa Dois	*	*	21° 51' 31"	47° 29' 32"
Rincão	GU0115P	P3 - PM	Guarani	121 a 205	61	21° 35' 20"	48° 04' 57"
Santa Lúcia	GU0122P	P2 - PM	Guarani	149 a 237	100	21° 42' 07"	48°04' 25"
Sertãozinho	GU0139P	P24 - PM	Guarani	118 a 293	75	21° 06' 44"	47° 58' 29"

* s. d. - sem dados

Figura 5.6.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.



A Tabelas 5.6.3 a 5.6.8 e o Gráfico 5.6.1 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Bauru, Guarani, Passa Dois, Pré-Cambriano, Serra Geral e Tubarão para essa UGRHI.

Tabela 5.6.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Monte Alto	BA0072P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-13	51 µg L ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-15	Presente	0

Tabela 5.6.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Dumont	GU0035P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
			Ausente em 100mL	out-15		
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	out-15	Presente	0
Luis Antonio	GU0063P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	0
Rincão	GU0115P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
Santa Lúcia	GU0122P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	1

Tabela 5.6.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Passa Dois na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Porto Ferreira	PD0269P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-14	Presente	0

Tabela 5.6.6 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

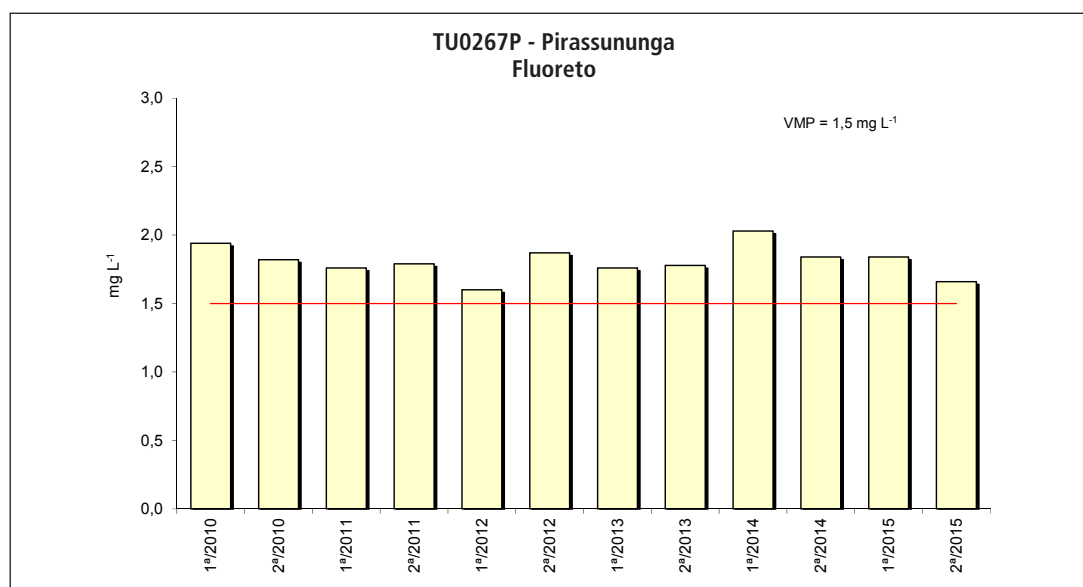
Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Itapira	PC0056P	Arsênio	10 µg L ⁻¹	mar-13	11,2 µg L ⁻¹	0
		Ferro	300 µg L ⁻¹	mar-13	12820 µg L ⁻¹	2
		Manganês	100 µg L ⁻¹	mar-13	120 µg L ⁻¹	1
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-13	Presente	1
	PC0328P	Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	mar-15	1,84 mg L ⁻¹	Ponto Novo
		Coliformes Totais	Ausente	mar-14	Presente	Ponto Novo
Lindoia	PC0181P	Ferro	300µg L ⁻¹	set-13	3596 µg L ⁻¹	2
				mar-14	398 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-13	Presente	2
			Ausente em 100mL	mar-14	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	set-13	2100 UFC mL ⁻¹	1

Tabela 5.6.7 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Américo Brasiliense	SG0005P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	0

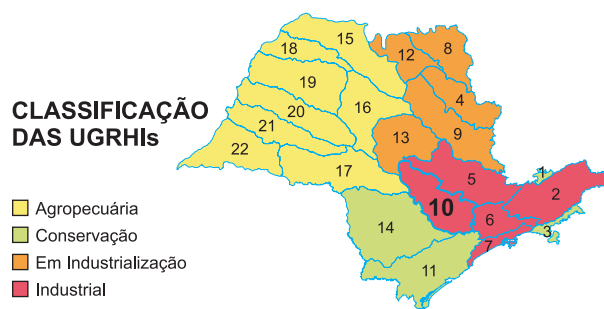
Tabela 5.6.8 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Pirassunga	TU0267P	Boro	500 µg L ⁻¹	mar-13	752 µg L ⁻¹	6
				set-13	717 µg L ⁻¹	
				mar-14	551 µg L ⁻¹	
				set-14	720 µg L ⁻¹	
				abr-15	751 µg L ⁻¹	
				out-15	846 µg L ⁻¹	
		Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	mar-13	1,76 mg L ⁻¹	6
				set-13	1,78 mg L ⁻¹	
				mar-14	2,03 mg L ⁻¹	
				set-14	1,84 mg L ⁻¹	
				abr-15	1,84 mg L ⁻¹	
				out-15	1,66 mg L ⁻¹	
Mogi Guaçu	TU0070P	Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	mar-15	1,91 mg L ⁻¹	0

Gráfico 5.6.1 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0267P – Pirassununga, Aquífero Tubarão.

As concentrações desconformes de fluoreto no ponto de Pirassununga, Aquífero Tubarão, foram similares às aquelas observadas em toda série histórica. Cabe observar que neste ponto o boro ultrapassou o Valor de Investigação do CONAMA nº 420/2009, entretanto o Valor de Intervenção 2014 (CETESB, 2014) para esse elemento foi alterado para 2400 µg L⁻¹ conforme preconizado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2014).

5.7 UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê



Composta por 34 municípios, essa UGRHI abriga 4,56% da população do estado, sendo que 88,5% dos habitantes vive em áreas urbanas. Cerca de 50% dos municípios utiliza parcial ou exclusivamente o recurso hídrico subterrâneo para abastecimento público de água, suprimindo a demanda de 25% da população dessa UGRHI. As demais características constam da Tabela 5.7.1.

Tabela 5.7.1 – Características da UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.

Municípios (34)	Alambari; Alumínio; Anhembi; Araçariguama; Araçoiaba da Serra; Bofete; Boituva; Botucatu; Cabreúva; Capela do Alto; Cerquilha; Cesário Lange; Conchas; Ibiúna; Iperó; Itu; Jumiirim; Laranjal Paulista; Mairinque; Pereiras; Piedade; Porangaba; Porto Feliz; Quadra; Salto de Pirapora; São Roque; Sarapu; Sorocaba; Tatu; Tietê; Torre de Pedra; Vargem Grande Paulista; Votorantim.		
População (IBGE, projeção 2015)	2.024.959 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Serra Geral, Tubarão, Guarani		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	17,03	1,55	9,1
Área de drenagem	11.829 km²		
Principais rios e reservatórios	Sorocaba, Tietê, Sorocabuçu, Sorocamirim, Pirajibu, Jundiuvira, Murundu, Sarapu, Tatu, Guarapó, Macacos, Ribeirão do Peixe, Alambari, Capivara e Araquá. Reservatórios: Itupararanga (rio Sorocaba) e Barra Bonita		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	79%	67%	
Principais atividades econômicas	Predomina a atividade industrial, com destaque para os ramos da indústria alimentícia, metalúrgica e extrativista. Na agricultura, o cultivo de cana-de-açúcar, milho e hortaliças e pecuária extensiva e são os mais significativos. Registra-se uma forte urbanização com elevado número de loteamentos.		
Vegetação remanescente	Remanescentes florestais da Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado extremamente fragmentados cobrem 15,0 % do total dessa UGRHI.		

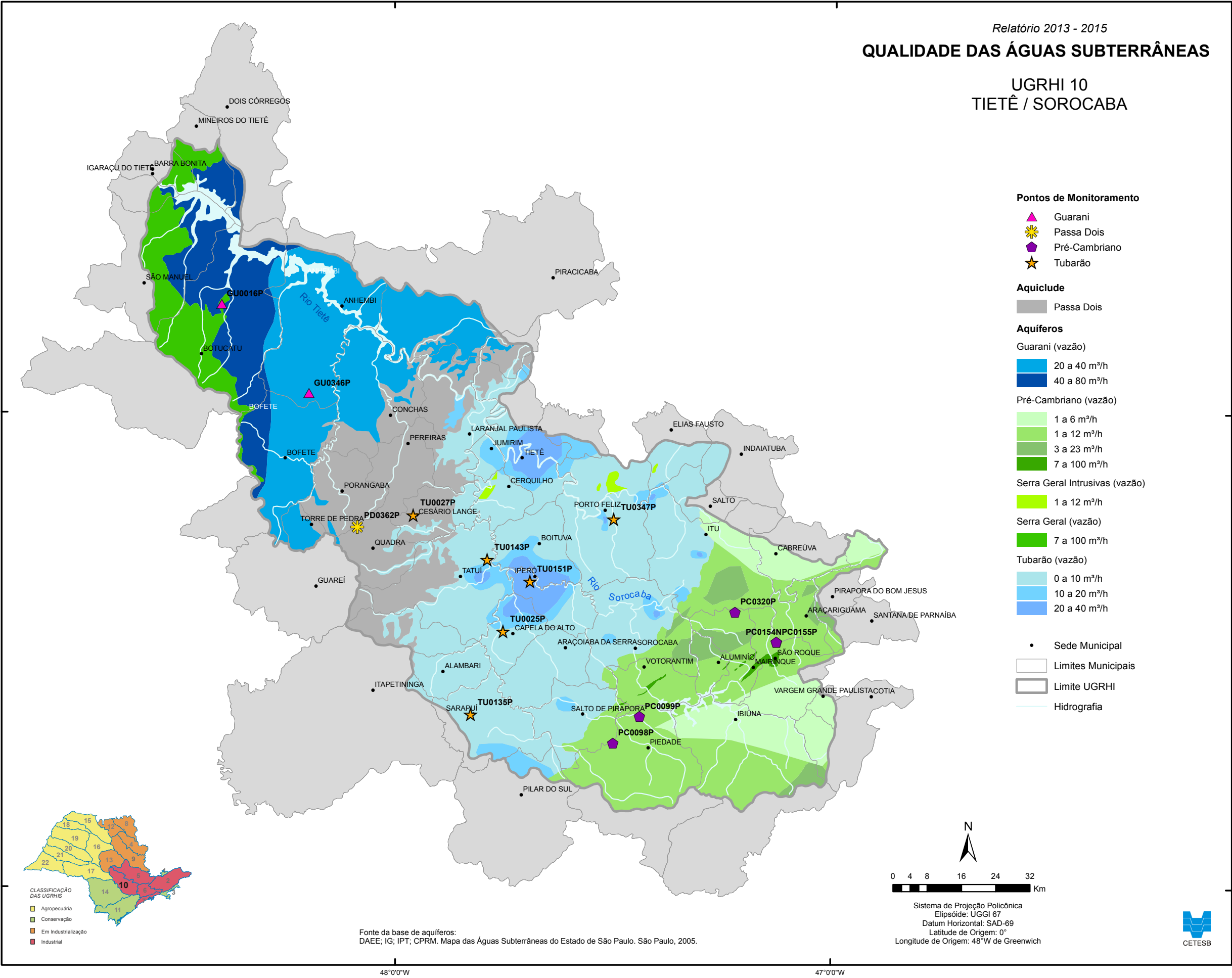
A qualidade da água dos aquíferos foi avaliada pela CETESB por meio de quatorze pontos de monitoramento, dos quais doze são poços tubulares que captam água para abastecimento público, acrescidos de um poço tubular e uma nascente utilizados na exploração de água mineral. No triênio, a Rede foi ampliada, com o acréscimo de três pontos. As características dos poços e sua localização são apresentadas na Tabela 5.7.2. e Figura 5.7.1.

Tabela 5.7.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Anhembi	GU0346P	PP1 Pirambóia - Sabesp	Guarani	94 a 190	88	22° 57' 48"	48° 11' 44"
Botucatu	GU0016P	P2 - Sabesp	Guarani	54 a 110	42	22° 46' 29"	48° 23' 37"
Capela do Alto	TU0025P	P6 - Sabesp	Tubarão	48 a 368	0	23° 27' 56"	47° 45' 11"
Cesário Lange	TU0027P	P4 - Sabesp	Tubarão	95 a 244	21	23° 13' 15"	47° 57' 30"
Iperó	TU0151P	P4 - Sabesp	Tubarão	20 a 282	47	23° 21' 35"	47° 41' 30"
Mairinque	PC0320P	P18 Dona Catarina - Saneagua	Pré Cambriano	17 a 21e de 33 a 150	2	23° 25' 25"	47° 13' 22"
Piedade	PC0098P	P1 Bairro dos Leites - Sabesp	Pré-Cambriano	32 a 251	1	23° 42' 03"	47° 30' 04"
Piedade	PC0099P	P1A Bairro Jurupará - Sabesp	Pré-Cambriano	10 a 180	1	23° 38' 39"	47° 26' 25"
Porto Feliz	TU0347P	P3 Dist. Palmital - Águas de Porto Feliz	Tubarão	80 a 390	54	23° 13' 43"	47° 30' 03"
Quadra	PD0362P	P Ped. Rod. Castelo Branco km 158,3	Aquiclude Passa Dois	18 a 216	71	23° 14' 45"	48° 05' 09"
São Roque	PC0154N	P Mineração Estância São Roque	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 29' 11"	47° 07' 39"
São Roque	PC0155P	P Mineração Estância São Roque	Pré-Cambriano	32 a 186	14	23° 29' 10"	47° 07' 41"
Sarapuí	TU0135P	P3 - Sabesp	Tubarão	47 a 294	0	23° 38' 28"	47° 49' 38"
Tatuí	TU0143P	P1 - Sabesp	Tubarão	18 a 101	3	23° 18' 51"	47° 47' 22"

* s. d. - sem dados

Figura 5.7.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.



As Tabelas 5.7.3, 5.7.4 e 5.7.5 apresentam as desconformidades observadas para os pontos de amostragem que captam água dos aquíferos Pré-Cambriano e Tubarão e do Aquicludo Passa Dois.

Tabela 5.7.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquicludo Passa Dois na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Quadra	PD0362P	Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	abr-15	1,52 mg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-15		
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-15	810 UFC mL ⁻¹	Ponto Novo

Tabela 5.7.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Mairinque	PC0320P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-15	671 µg L ⁻¹	0
Piedade	PC0099P	Arsênio	10 µg L ⁻¹	abr-13	36,4 µg L ⁻¹	2
				out-13	37,5 µg L ⁻¹	
				abr-14	45 µg L ⁻¹	
				out-14	47,6 µg L ⁻¹	
				abr-15	48,6 µg L ⁻¹	
				out-15	42,4 µg L ⁻¹	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-15	> 5700 UFC mL ⁻¹	0

Tabela 5.7.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Capela do Alto	TU0025P	Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	212 µg L ⁻¹	3
		Sulfato	250 mg L ⁻¹	out-15	286 µg L ⁻¹	0
Cesário Lange	TU0027P	Fluoreto	1,5 mg L ⁻¹	out-13	1,6 mg L ⁻¹	2
				abr-14	1,55 mg L ⁻¹	
				abr-15	1,56 mg L ⁻¹	
				out-15	1,61 mg L ⁻¹	
		Sódio	200 mg L ⁻¹	abr-13	225 mg L ⁻¹	3
				abr-14	252 mg L ⁻¹	
				out-14	225 mg L ⁻¹	
				abr-15	217 mg L ⁻¹	
				out-15	211 mg L ⁻¹	
Porto Feliz	TU0347P	Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-14	182 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-14	175 µg L ⁻¹	
				abr-15	114 µg L ⁻¹	
				out-15	142 µg L ⁻¹	

Os Gráficos 5.7.1 a 5.7.4 apresentam a série histórica dos resultados em desconformidade para arsênio no município de Piedade, de manganês em Capela do Alto e dos parâmetros fluoreto e sódio em Cesáreo Lange.

Gráfico 5.7.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0099P – Piedade, Aquífero Pré-Cambriano.

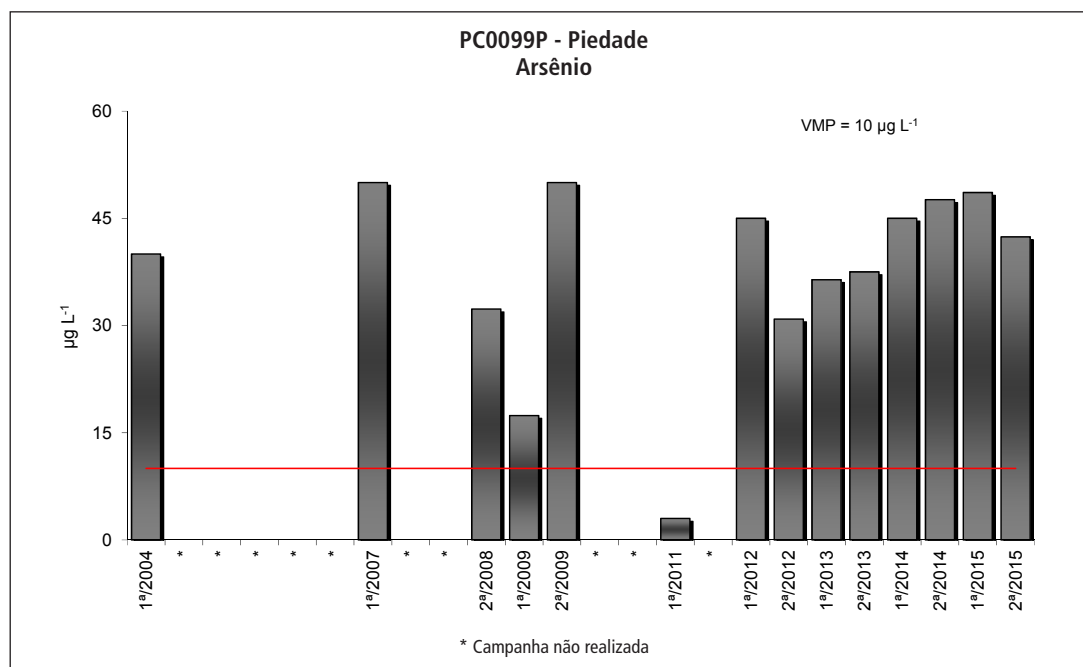


Gráfico 5.7.2 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TU0025P – Capela do Alto, Aquífero Tubarão.

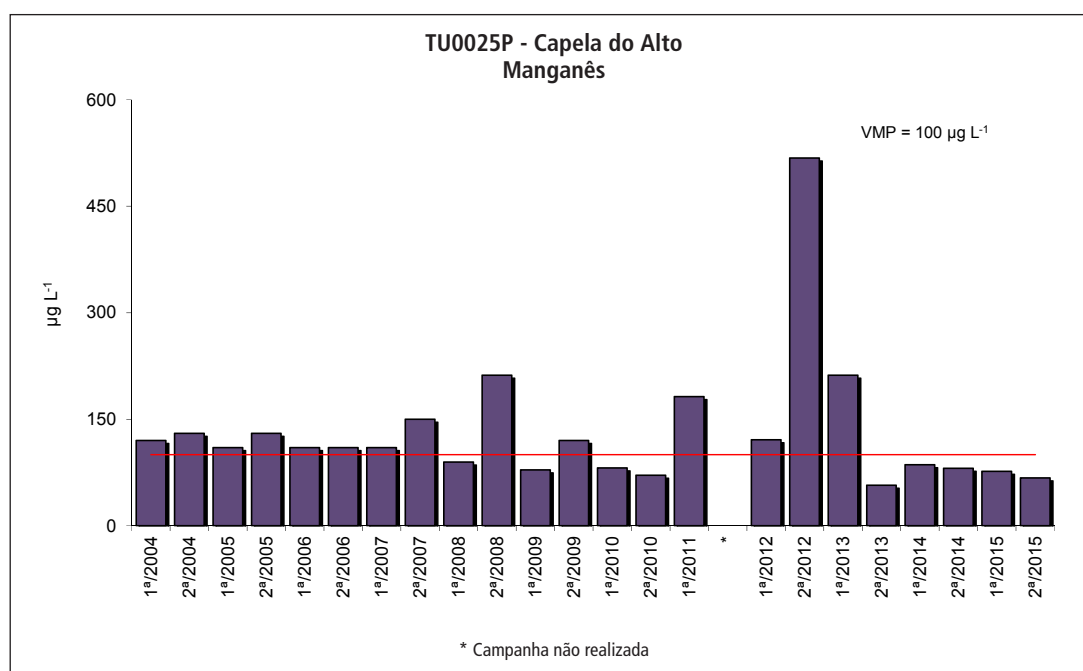


Gráfico 5.7.3 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão.

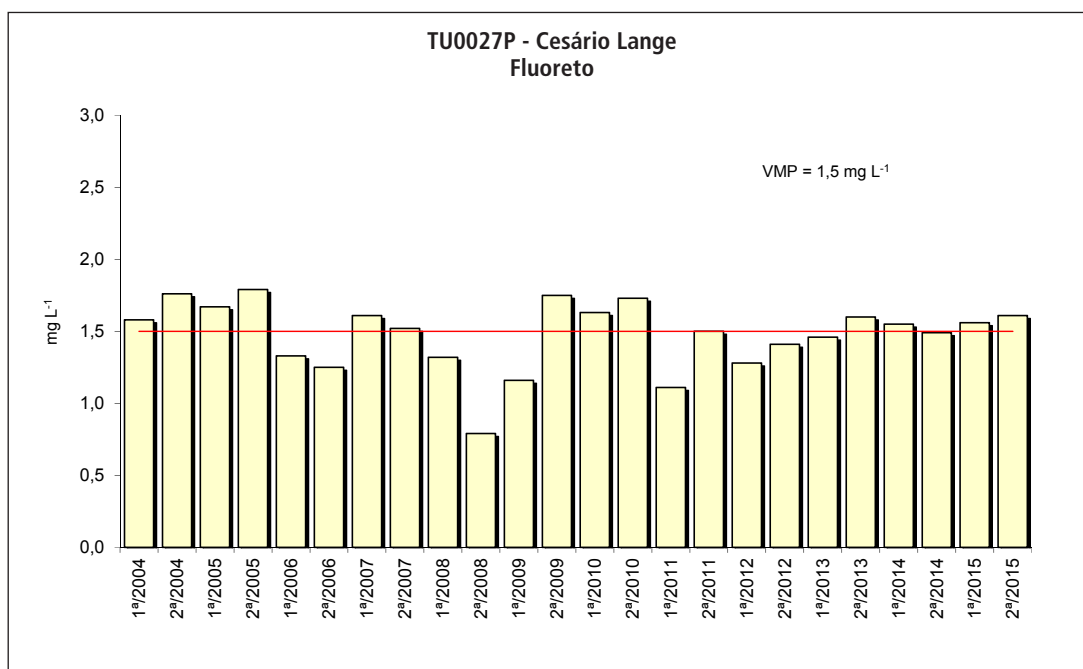
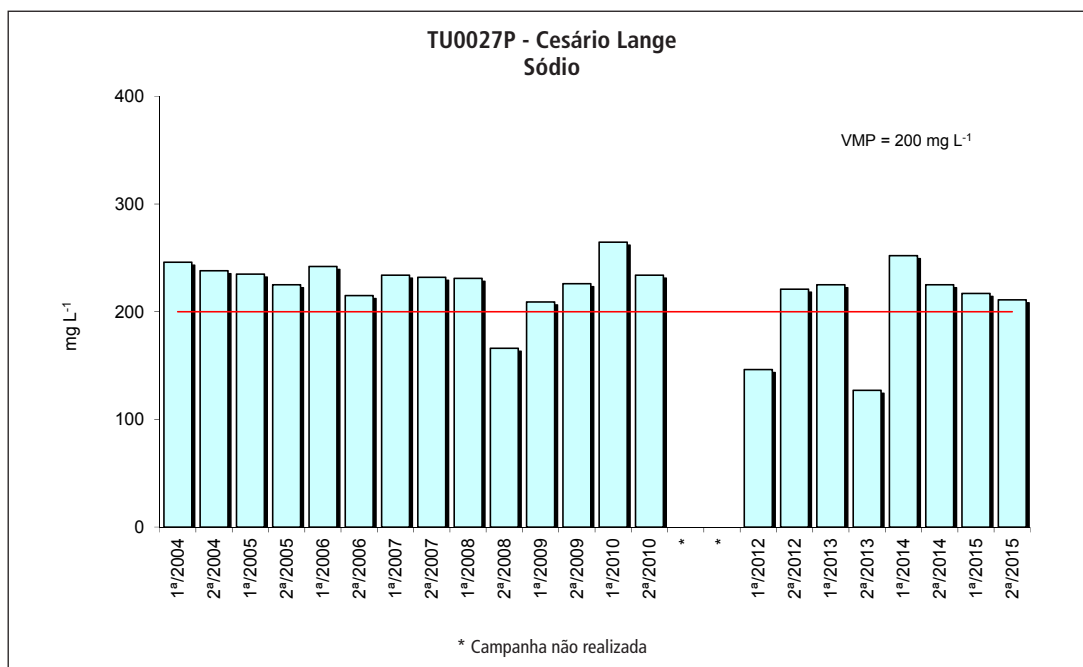


Gráfico 5.7.4 – Série histórica das concentrações de sódio no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão.



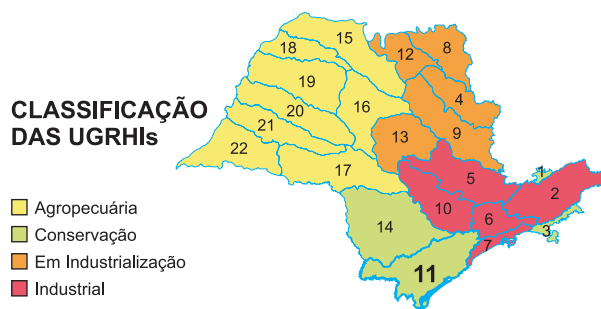
Nessa UGRHI, o Aquífero Pré-Cambriano apresentou aumento do número de desconformidades para arsênio no ponto de amostragem do município de Piedade que, no triênio anterior possuía duas ultrapassagens, superando o VMP em todas as amostragens do triênio 2013-2015. Houve a ocorrência de uma desconformidade para o ferro em outro ponto deste aquífero, no município de Mairinque.

Desconformidades para o manganês foram constatadas no ponto de amostragem de Capela do Alto, no Aquífero Tubarão, com diminuição da frequência de três para uma ocorrência. No ponto novo de Porto Feliz, o manganês foi quantificado em todas as amostragens pouco acima do VMP de aceitação ao consumo humano da Portaria MS 2914/11. Neste mesmo Aquífero, fluoreto e sódio também mantiveram o histórico de desconformidades para o ponto de Cesário Lange, porém com aumento do número de ocorrências.

No Aquiclude Passa Dois foi adicionado novo ponto de amostragem, no município de Quadra, que apresentou fluoreto e bactérias heterotróficas, acima dos VMP da Portaria MS 2914/11.

Nesse período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L^{-1}), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L^{-1}) no poço GU0111P, localizado em Botucatu, que capta água do Aquífero Guarani.

5.8 UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul



Nessa UGRHI, composta por 23 municípios, vive menos de 1% da população do Estado, sendo que 71 % dos habitantes estão em áreas urbanas. As demais características estão descritas na Tabela 5.8.1.

Tabela 5.8.1 – Características da UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.

Municípios (23)	Apiaí; Barra do Chapéu; Barra do Turvo; Cajati; Cananéia; Eldorado; Iguape; Ilha Comprida; Iporanga; Itaóca; Itapirapuã Paulista; Itariri; Jacupiranga; Juquiá; Juquitiba; Miracatu; Pariqueira-Açu; Pedro de Toledo; Registro; Ribeira; São Lourenço da Serra; Sete Barras; Tapiraí.		
População (IBGE, projeção 2015)	379.573 habitantes		
Aquíferos Livres	Litorâneo, Pré-Cambriano e Pré-Cambriano Cárstico		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	66,67	0,08	0,12
Área de drenagem	17.068 km²		
Principais rios e reservatórios	Ribeira (na sua parte inferior denominado Ribeira de Iguape) e seus afluentes Açungui, Capivari, Pardo, Turvo, Juquiá, São Lourenço, Jacupiranga, Itapirapuã, Una da Aldeia e Itariri. Reservatórios: Alecrim, Barra, França, Porto Raso, Salto de Iporanga, Catas Altas e Serraria.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	49%	47%	
Principais atividades econômicas	Destaca-se o setor de serviços, seguido pela agropecuária (banana, chá, bovinos, bubalinos, plantas ornamentais), mineração e indústrias relacionadas (cimento, cal, areia e brita para construção), turismo e pesca nos municípios litorâneos.		
Vegetação remanescente	Esta UGRHI apresenta um dos maiores índices de vegetação natural do Estado, que correspondem a 66,2% de sua superfície, onde são encontrados remanescentes contínuos de Mata Atlântica, representados pela Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecídua e ecossistemas associados de Restinga e Manguezais, além de ecossistemas insulares e ambientes de cavernas.		

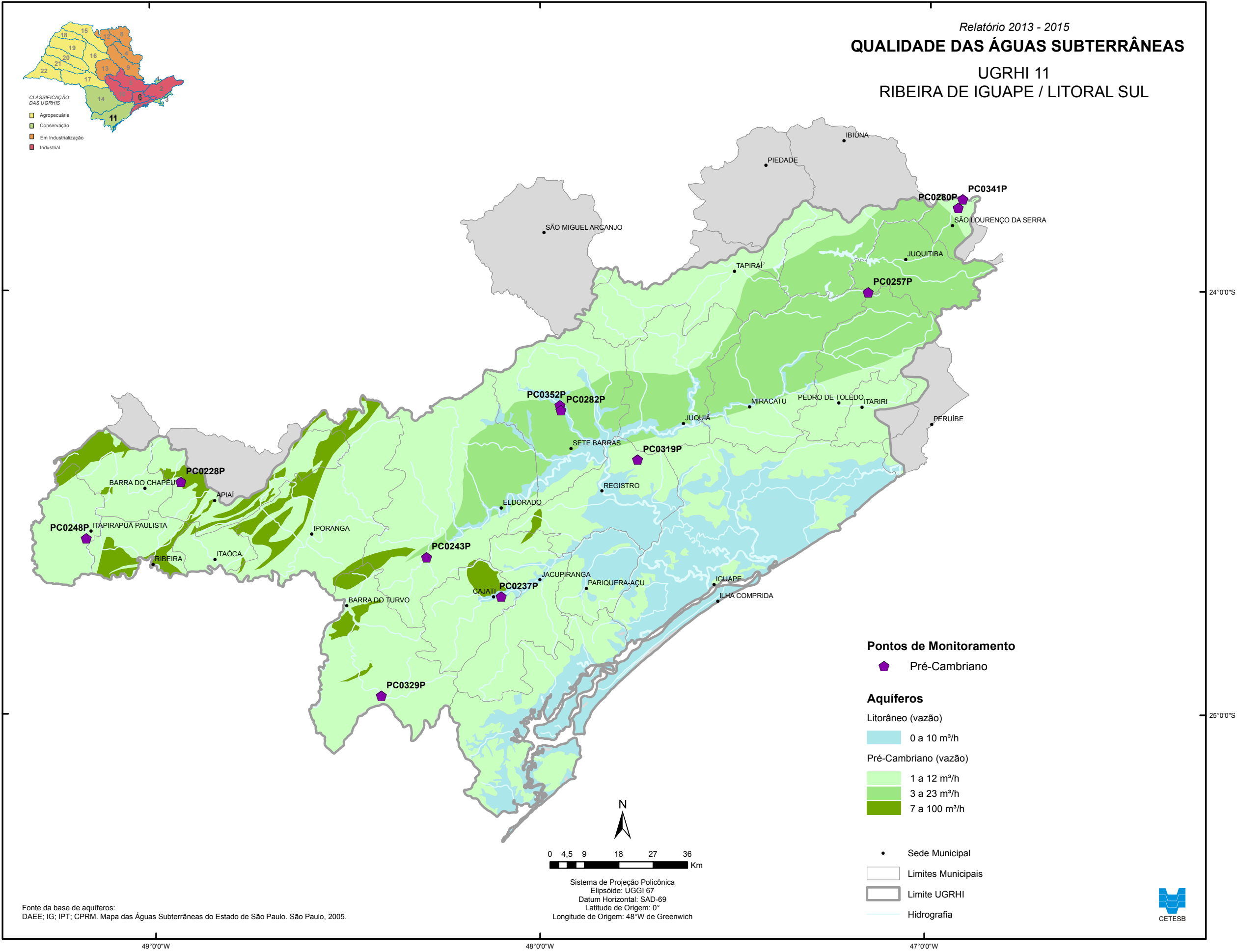
Nessa unidade foram monitorados nove poços tubulares utilizados para abastecimento público e de uma praça de pedágio, sendo que no triênio foram inseridos dois novos poços. A totalidade dos poços capta águas do Aquífero Pré-Cambriano. A Tabela 5.8.2 apresenta suas características e a Figura 5.8.1, a localização dos pontos de monitoramento.

Tabela 5.8.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Apiaí	PC0228P	P1 Bairro do Encapoeirado - Sabesp	Pré-Cambriano	25 a 180	3	24° 27' 19"	48° 55' 38"
Barra do Turvo	PC0329P	P Pedágio BR 116 km 543	Pré-Cambriano	20 a 150	6	24° 57' 46"	48° 24' 41"
Cajati	PC0237P	P1 Vila Deco - Sabesp	Pré-Cambriano	68 a 118	9	24° 43' 46"	48° 06' 01"
Eldorado	PC0243P	P1 Barra do Braço - Sabesp	Pré-Cambriano	28 a 81	3	24° 38' 10"	48° 17' 36"
Itapirapuã Paulista	PC0248P	P2 - Sabesp	Pré-Cambriano	40 a 118	1	24° 35' 15"	49° 10' 21"
Miracatu	PC0257P	P1 Engano - Sabesp	Pré-Cambriano	6 a 130	0	24° 00' 30"	47° 09' 21"
Registro	PC0319P	P1 Serrote - Sabesp	Pré-Cambriano	22 a 118	1	24° 24' 20"	47° 44' 53"
São Lourenço da Serra	PC0280P	P Despézio - Sabesp	Pré-Cambriano	*	*	23° 48' 28"	46° 55' 33"
São Lourenço da Serra	PC0341P	P Pedágio BR116 km 298	Pré Cambriano	53 a 200	35	23° 47' 14"	46° 54' 51"
Sete Barras	PC0282P	P2 Ribeirão da Serra - Sabesp	Pré-Cambriano	29 a 222	2	24° 17' 20"	47° 56' 46"
Sete Barras	PC0352P	P5 (antigo P3) Ribeirão da Serra - Sabesp	Pré-Cambriano	39 a 180	9	24° 16' 40"	47° 56' 56"

* s. d. - sem dados

Figura 5.8.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 11 – Ribeira de Iguaape e Litoral Sul.



A Tabela 5.8.3 e os Gráficos 5.8.1 a 5.8.6 apresentam as desconformidades no Aquífero Pré-Cambriano.

Tabela 5.8.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul (continua).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Barra do Turvo	PC0329P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-14	5653 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-14	1585 µg L ⁻¹	
				abr-15	12590 µg L ⁻¹	
				out-15	3915 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	out-14	108 µg L ⁻¹	
				abr-15	217 µg L ⁻¹	
				out-15	133 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-14	Presente	
			Ausente em 100mL	abr-15	Presente	
Cajati	PC0237P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-13	Presente	1
			Ausente em 100mL	abr-15	Presente	
			Ausente em 100mL	out-15	Presente	
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	abr-13	Presente	1
			Ausente em 100mL	out-15	Presente	
Eldorado	PC0243P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-15	492 µg L ⁻¹	3
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-14	Presente	5
			Ausente em 100mL	abr-15	Presente	
			Ausente em 100mL	out-15	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-15	563 UFC mL ⁻¹	0
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente	mar-14	Presente	2
Miracatu	PC0257P	Antimônio	5 µg L ⁻¹	out-14	5,92 µg L ⁻¹	0
		Arsênio	10 µg L ⁻¹	out-14	126 µg L ⁻¹	1
		Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	2854 µg L ⁻¹	4
				out-13	2577 µg L ⁻¹	
				abr-14	3268 µg L ⁻¹	
				out-14	28073 µg L ⁻¹	
				abr-15	2816 µg L ⁻¹	
				out-15	2610 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	119 µg L ⁻¹	5
				out-13	161 µg L ⁻¹	
				out-14	404 µg L ⁻¹	
				abr-15	168 µg L ⁻¹	
				out-15	120 µg L ⁻¹	

Tabela 5.8.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul (conclusão).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Miracatu	PC0257P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-13	Presente	3
			Ausente em 100mL	out-13	Presente	
			Ausente em 100mL	out-15	Presente	
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	out-15	Presente	0
Registro	PC0319P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-15	Presente	Ponto novo
			Ausente em 100mL	out-15	Presente	
São Lourenço da Serra	PC0280P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	553 µg L ⁻¹	0
São Lourenço da Serra	PC0341P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-14	2836 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				out-14	2647 µg L ⁻¹	
				abr-15	1645 µg L ⁻¹	
				out-15	4217 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	out-14	136 µg L ⁻¹	
				abr-15	162 µg L ⁻¹	
				out-15	131 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-15	Presente	
				out-15	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-15	830 UFC mL ⁻¹	
Sete Barras	PC0282P	Chumbo	10 µg L ⁻¹	out-13	145 µg L ⁻¹	0
		Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-13	441 µg L ⁻¹	4
				out-13	1223 µg L ⁻¹	
				abr-14	1445 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	abr-13	295 µg L ⁻¹	5
				out-13	323 µg L ⁻¹	
				abr-14	303 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-14	Presente	1
		<i>Escherichia Coli</i>	Ausente em 100mL	abr-14	Presente	0
Sete Barras	PC0352P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-14	1453 µg L ⁻¹	Ponto Novo
				abr-15	1514 µg L ⁻¹	
				out-15	1459 µg L ⁻¹	
		Manganês	100 µg L ⁻¹	out-14	575 µg L ⁻¹	
				abr-15	520 µg L ⁻¹	
				out-15	541 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-14	2500 UFC mL ⁻¹	

Gráfico 5.8.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0243P – Eldorado, no Aquífero Pré-Cambriano.

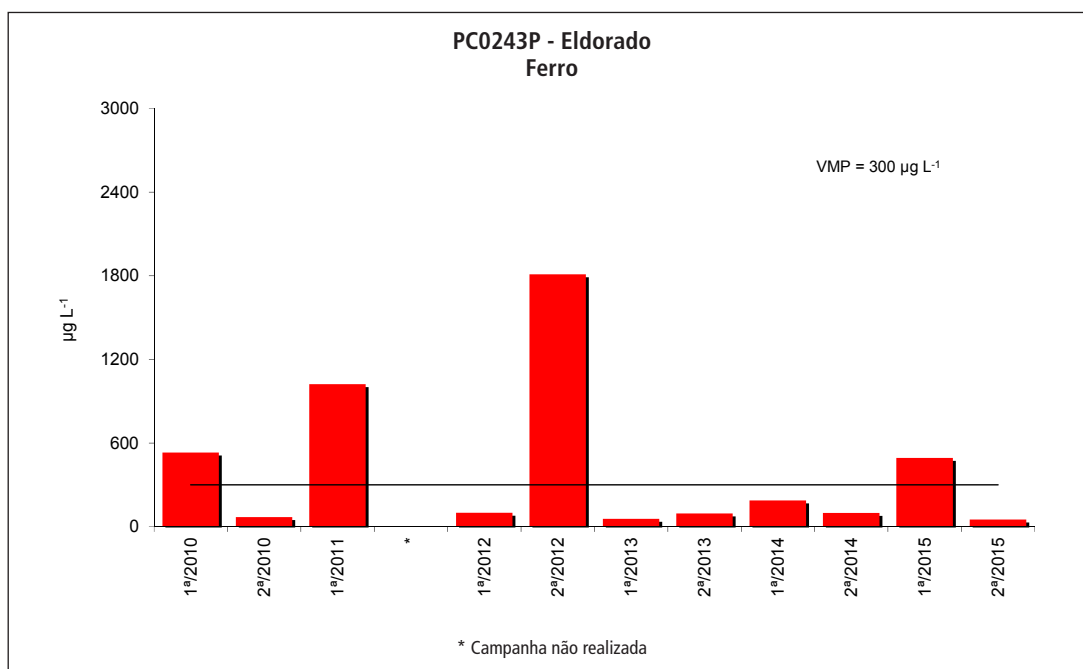


Gráfico 5.8.2 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0257P – Miracatu, no Aquífero Pré-Cambriano.

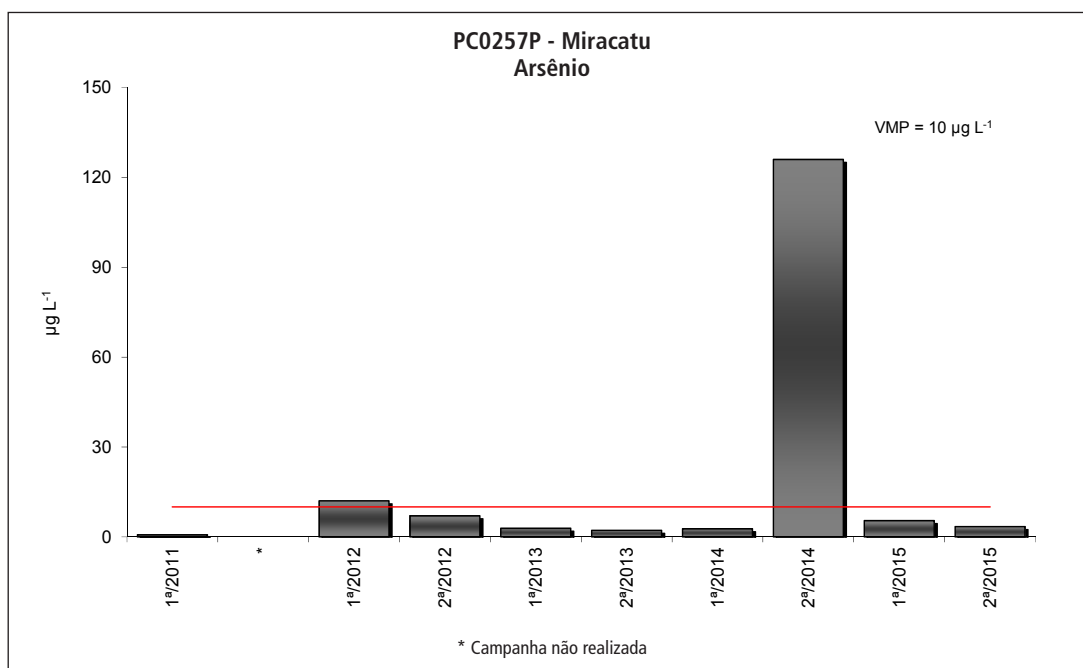


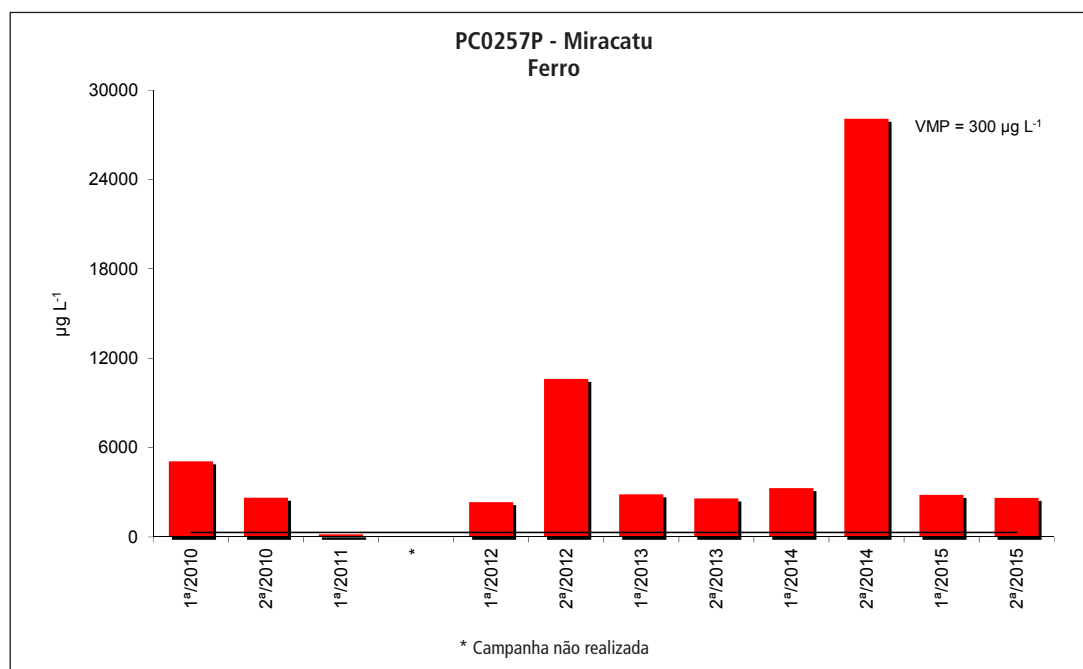
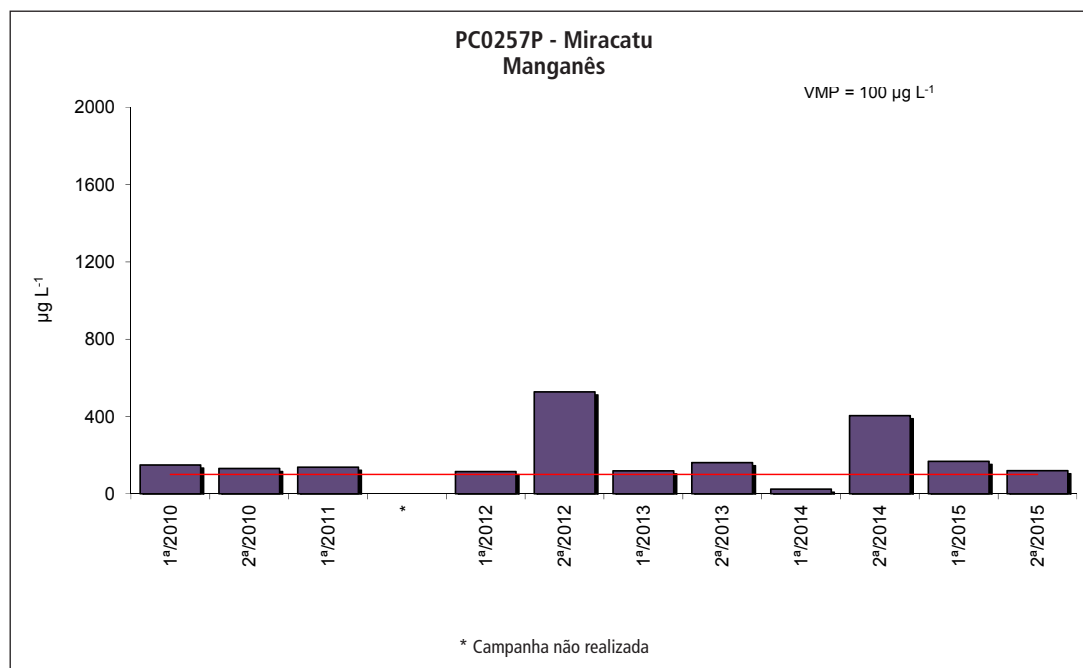
Gráfico 5.8.3 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0257P – Miracatu, no Aquífero Pré-Cambriano.**Gráfico 5.8.4** – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0257P – Miracatu, no Aquífero Pré-Cambriano.

Gráfico 5.8.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0282P – Sete Barras, no Aquífero Pré-Cambriano.

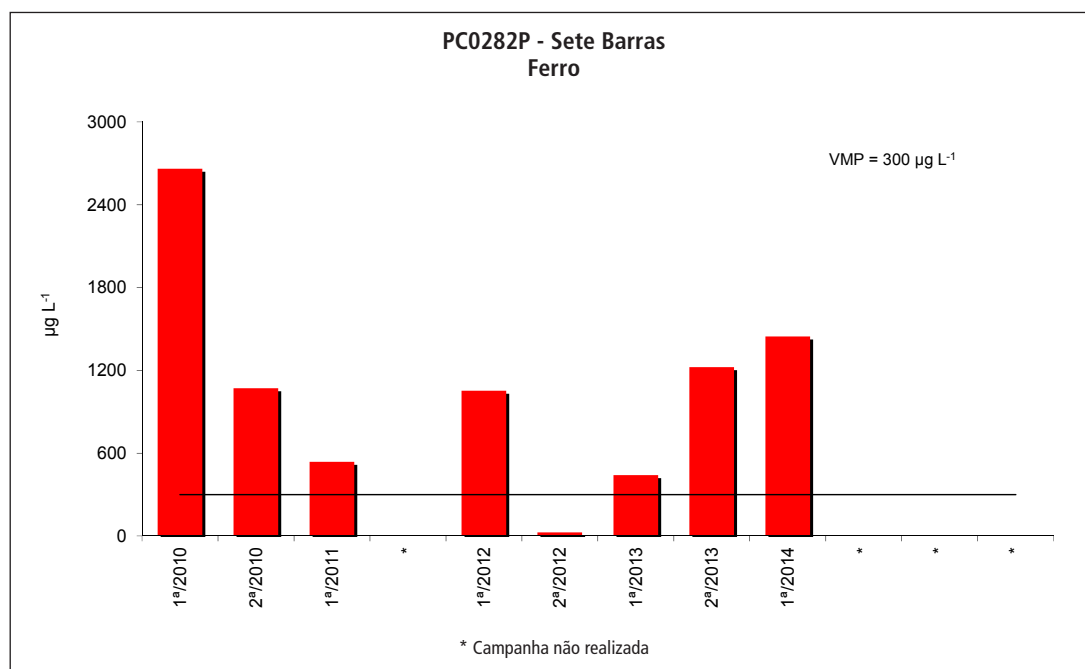
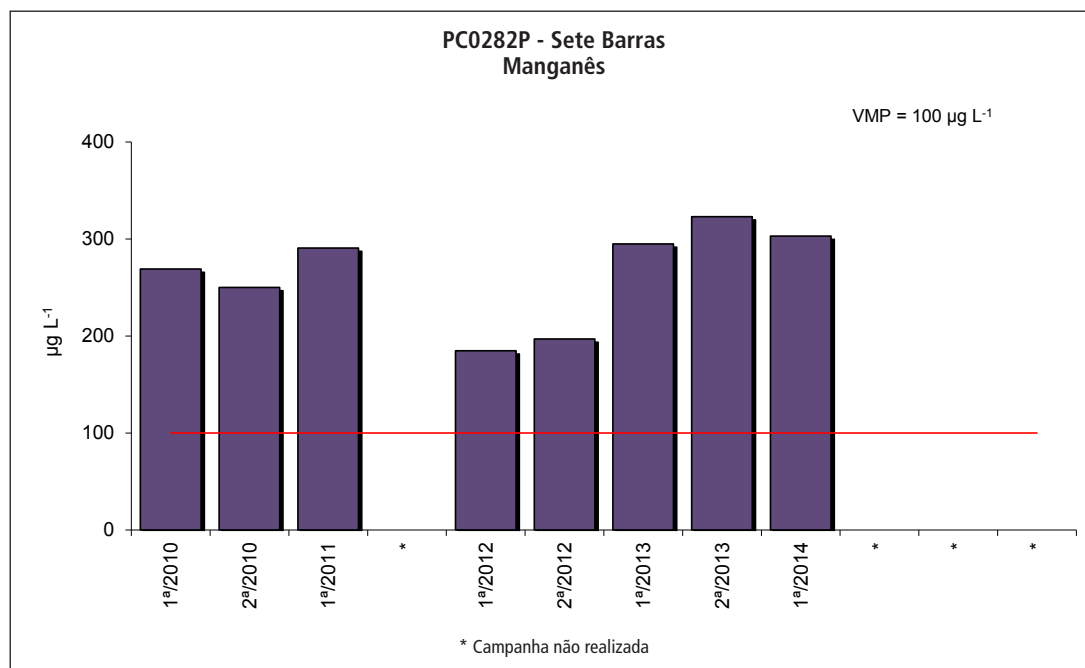


Gráfico 5.8.6 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0282P – Sete Barras, no Aquífero Pré-Cambriano.

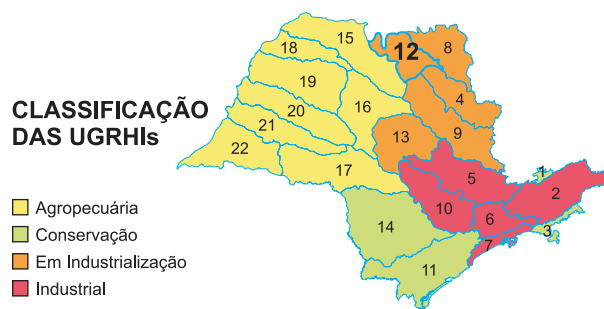


Nessa UGRHI houve a inserção de quatro novos poços no período de 2013 a 2015: Barra do Turvo, Registro, São Lourenço da Serra e Sete Barras; todos pertencentes ao aquífero Pré-Cambriano. O novo poço de Sete Barras, ponto PC0352P, substituiu o antigo ponto PC0228P no mesmo município, em razão da sua desativação pela Sabesp no ano de 2014.

Foram detectadas desconformidades em todos os poços incluídos entre 2013 e 2015. Em Barra do Turvo os parâmetros desconformes foram ferro, manganês e coliformes totais. No poço de Registro foi observada desconformidade para coliformes totais. Em São Lourenço da Serra, ferro, manganês, coliformes totais e bactérias heterotróficas foram os parâmetros em desconformidade. Em Sete Barras, no ponto PC0352P, foram observadas desconformidades para os parâmetros ferro, manganês, coliformes totais e bactérias heterotróficas. Neste triênio foram também verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L^{-1}), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L^{-1}) em Sete Barras, ponto P0352P.

Em relação aos poços já existentes no triênio anterior, como o PC282P, foram observadas amostras desconformes para chumbo, ferro, manganês, coliformes totais e *Escherichia coli*. O ponto localizado em Miracatu apresentou também ferro e manganês, além do arsênio em desconformidade, enquanto que em Eldorado apenas o parâmetro ferro esteve em desconformidade.

5.9 UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande



Nessa UGRHI, composta por 12 municípios, vive 0,8% da população do Estado, sendo que 95% dos habitantes se concentram em áreas urbanas. O abastecimento público é realizado total ou parcialmente por meio de captação de água subterrânea, pela maioria dos municípios da região, abastecendo 53% da população. Nessa região afloram os aquíferos Serra Geral e Bauru. As demais características estão descritas na Tabela 5.9.1.

Tabela 5.9.1 – Características da UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.

Municípios (12)	Altair; Barretos; Bebedouro; Colina; Colômbia; Guaraci; Icém; Jaborandi; Morro Agudo; Orlândia; Terra Roxa; Viradouro.		
População (IBGE, projeção 2015)	352.870 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral e Bauru		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	10,0	1,60	16
Área de drenagem	7.239 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Grande, Rio Pardo, Ribeirão do Agudo, Ribeirão Indaiá, Córrego, da Sucuri, Ribeirão do Rosário, Córrego do Cruzeiro, Ribeirão do Baranhão, Ribeirão das Areias, Córrego da Água Limpa, Córrego do Jacaré, Córrego do Barro Preto, Ribeirão das Pitangueiras, Ribeirão do Turvo, Córrego das Pedras, Ribeirão das Palmeiras, Rio Velho, Ribeirão Santana, Ribeirão Anhumas e Rio das Perdizes. Reservatórios: Porto Colômbia e Marimbondo (rio Grande).		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	95%	66%	
Principais atividades econômicas	A agroindústria é expressiva, destacando-se as culturas de cana-de-açúcar, laranja e soja, além da pecuária que abastecem os frigoríficos, as processadoras de suco de laranja e as usinas de açúcar e álcool. Há também beneficiadoras de borracha natural.		
Vegetação remanescente	Possui 6,0 % de sua área total coberta por vegetação natural remanescente, com significativa fragmentação de ecossistemas compostos pela Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, sobressaindo-se a ocorrência de fragmentos de vegetação de várzea.		

Nessa unidade foram monitorados no triênio dez poços tubulares, utilizados fundamentalmente para abastecimento público. A Tabela 5.9.2 apresenta as características destes poços e a Figura 5.9.1, sua localização.

Tabela 5.9.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Barretos	SG0231P	P Ibitu - SAAE	Serra Geral	27 a 70	*	20° 36' 50"	48° 45' 55"
Barretos	BA0359P	P4 São Francisco - SAAE	Bauru	16 a 67	7	20° 32' 51"	48° 35' 56"
Bebedouro	BA0233P	P Jordana Distrito Industrial II	Bauru	55 a 115	32	20° 56' 36"	48° 27' 00"
Colina	BA0330P	P Pedágio SP 326 km 412	Bauru	43 a 47	17	20° 41' 19"	48° 32' 12"
Colômbia	SG0029P	P1 - Sabesp	Serra Geral	10 a 150	2	20° 17' 17"	48° 43' 18"
Jaborandi	SG0331P	P4A Rod D. Genoveva de Carvalho Dias - Sabesp	Serra Geral	17 a 166	1	20° 40' 25"	48° 25' 03"
Morro Agudo	SG0075P	P3 Santo Inácio - PM	Serra Geral	24 a 150	29	20° 37' 27"	48° 16' 31"
Nuporanga	SG0212P	P02 Fazenda São José - PM	Serra Geral	16 a 100	23	20° 44' 59"	47° 45' 23"
Orlândia	GU0086P	P1 - PM	Guarani	206 a 375	157	20° 42' 56"	47° 52' 49"
Terra Roxa	SG0285P	P4 - Sabesp	Serra Geral	16 a 100	2	20° 46' 57"	48° 19' 33"

* s. d. - sem dados

As Tabelas 5.9.3 e 5.9.4 apresentam as desconformidades nos Aquíferos Bauru e Serra Geral.

Tabela 5.9.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Colina	BA0330P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-14	474	Ponto Novo
				mar-15	1619	
				out-15	1043	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-14	Presente	
				set-14	Presente	
				mar-15	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	mar-15	> 5700 UFC mL ⁻¹	
				out-15	> 5700 UFC mL ⁻¹	

Tabela 5.9.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Nuporanga	SG0212P	Ferro	300 µg L ⁻¹	mar-15	598 µg L ⁻¹	0
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	mar-15	> 5700 UFC mL ⁻¹	0

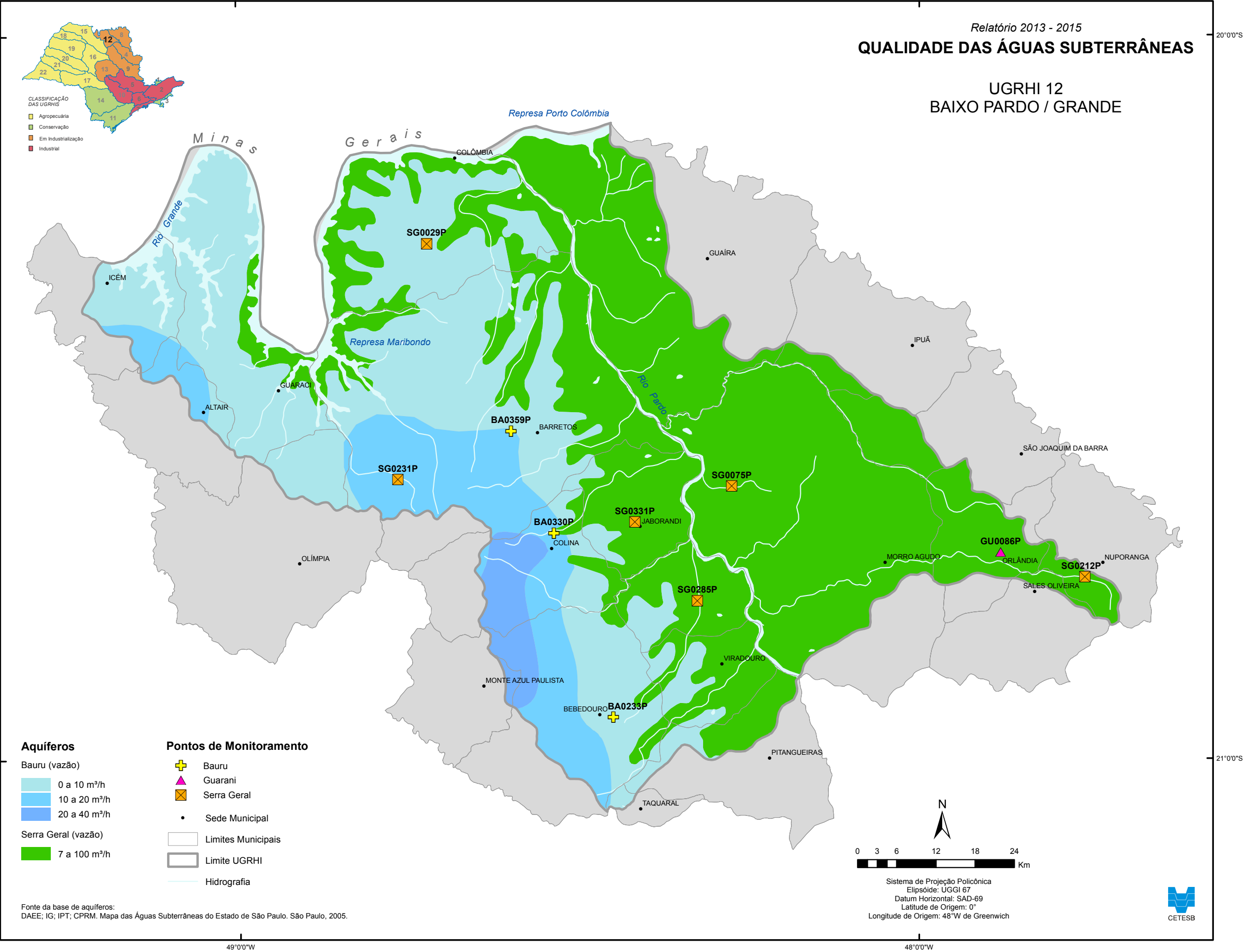
No triênio de 2013-2015 foi adicionado à rede de monitoramento o poço BA0330P que explota água do Aquífero Bauru, localizado em Colina. Neste ponto foram verificadas desconformidades para os parâmetros ferro, coliformes totais e bactérias heterotróficas.

Foram também detectadas desconformidades em amostras coletadas no poço SG0212P de Nuporanga, que capta água do Aquífero Serra Geral para os parâmetros ferro e bactérias heterotróficas.

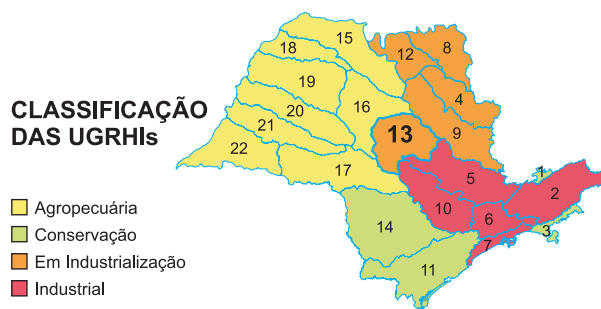
No ponto SG0075P, localizado em Morro Agudo, houve a ocorrência de desconformidades para o vanádio na segunda campanha de 2014 e nas duas campanhas de 2015, quando comparado ao valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

Neste período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹) em 2015, mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no poço GU0086P, localizado em Orlandia, que capta água do Aquífero Guarani.

Figura 5.9.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.



5.10 UGRHI 13 – Tietê / Jacaré



Nessa UGRHI, composta por 34 municípios, vive 3,5% da população do Estado, sendo 96% dos habitantes em áreas urbanas. Há uso das águas subterrâneas para abastecimento público em 97% dos municípios da região, sendo que 70% deles usam exclusivamente estas águas, equivalendo a 72% da população abastecida por água subterrânea. As demais características da UGRHI estão descritas na Tabela 5.10.1.

Tabela 5.10.1 – Características da UGRHI 13 – Tietê / Jacaré.

Municípios (3)	Agudos; Araraquara; Arealva; Areiópolis; Bariri; Barra Bonita; Bauru; Boa Esperança do Sul; Bocaina; Boracéia; Borebi; Brotas; Dois Córregos; Dourado; Gavião Peixoto; Jacanga; Ibaté; Ibatinga; Igarapu do Tietê; Itaju; Itapuí; Itirapina; Jaú; Lençóis Paulista; Macatuba; Mineiros do Tietê; Nova Europa; Pederneiras; Ribeirão Bonito; São Carlos; São Manuel; Tabatinga; Torrinha; Trabiçu.		
População (IBGE, projeção 2015)	1.583.081 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru, Serra Geral e Guarani		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	9,82	6,19	63
Área de drenagem	11.779 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Tietê – da barragem da Usina Hidrelétrica de Barra Bonita até a barragem da Usina Hidrelétrica de Ibatinga, rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira. Reservatórios: Bariri, Ibatinga e Lobo.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	94%	63%	
Principais atividades econômicas	Estão ligadas principalmente à agroindústria (açúcar, álcool, processamento de cítricos). Nos maiores municípios como Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú outros setores da indústria como papel, bebidas, calçados e metal mecânica também se destacam.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural remanescente, que cobre 7,1 % do total da área da UGRHI encontra-se bastante fragmentada, com predominância de remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado.		

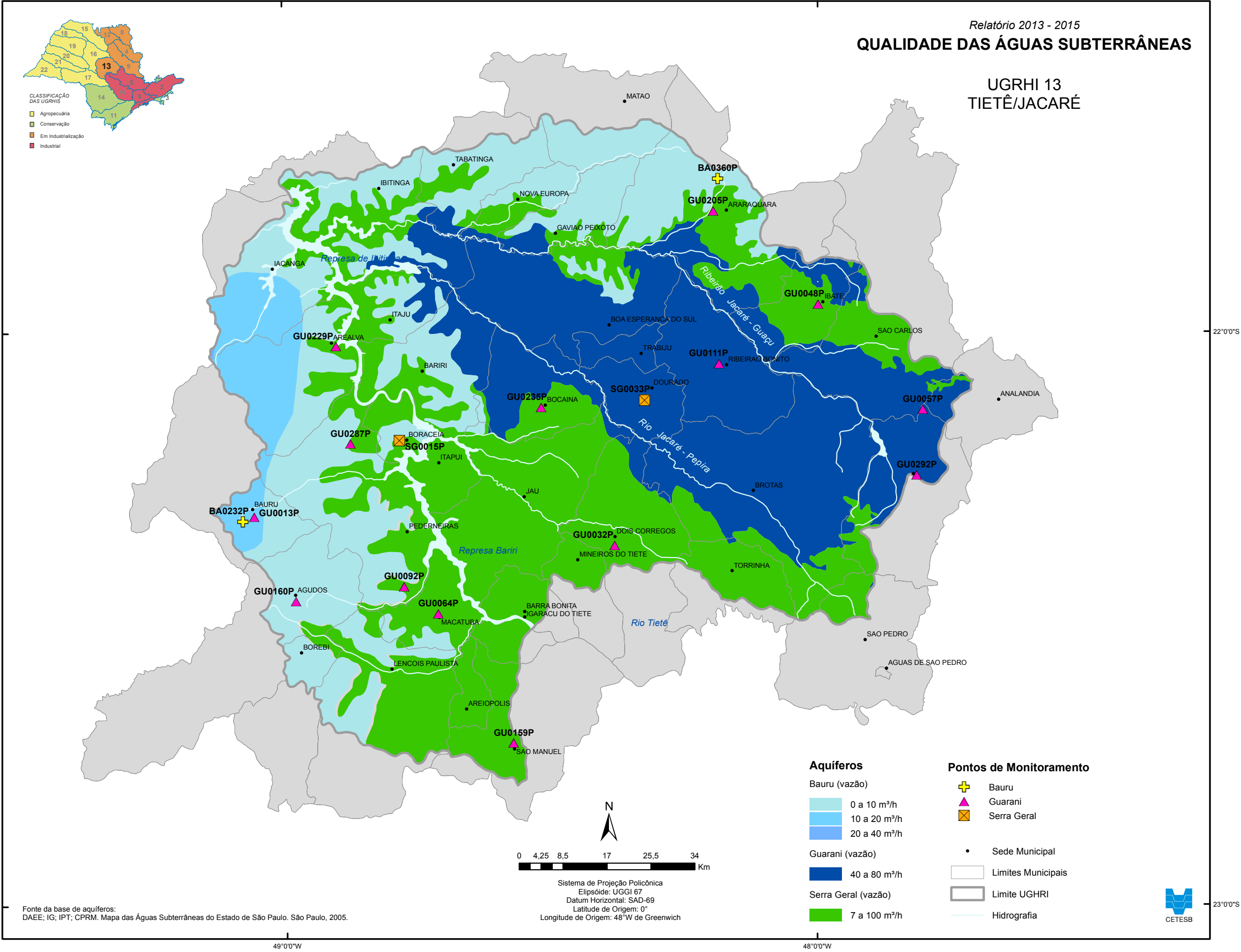
Os 18 pontos de monitoramento nessa UGRHI são poços tubulares utilizados para abastecimento público, e captam água dos Aquíferos Guarani, Bauru e Serra Geral. O poço BA0360P foi o único inserido no triênio. As características e localização dos poços podem ser visualizadas na Tabela 5.10.2 e na Figura 5.10.1.

Tabela 5.10.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Agudos	GU0160P	P15 - Sabesp	Guarani	189 a 347	71	22° 28' 17"	48° 58' 46"
Araraquara	GU0205P	P Santana - PM	Guarani	187 a 369	91	21° 47' 31"	48° 11' 42"
Araraquara	BA0360P	P1 Banespa	Bauru	64 a 84	23	21° 44' 06"	48° 11' 11"
Arealva	GU0229P	P6 - Sabesp	Guarani	320 a 490	21	22° 01' 35"	48° 54' 07"
Bauru	GU0013P	P Av. Cruzeiro do Sul - DAE	Guarani	86 a 297	59	22° 19' 23"	49° 03' 25"
Bauru	BA0232P	P1 SESI	Bauru	41 a 47	19	22° 19' 51"	49° 04' 41"
Bocaina	GU0235P	P2 - Sabesp	Guarani	176 a 301	73	22° 08' 03"	48° 31' 03"
Boracéia	SG0015P	P1 - Sabesp	Serra Geral	11 a 200	0	22° 11' 28"	48° 47' 02"
Dois Córregos	GU0032P	P3 - PM	Guarani	377 a 539	175	22° 22' 32"	48° 22' 50"
Dourado	SG0033P	P3 - Sabesp	Serra Geral	18 a 120	4	22° 07' 17"	48° 19' 26"
Ibaté	GU0048P	P1 - PM	Guarani	201 a 327	123	21° 57' 15"	47° 59' 55"
Itirapina	GU0057P	P Pedágio Rod Washington Luís km 216	Guarani	*	*	22° 08' 16"	47° 48' 09"
Itirapina	GU0292P	P2 - PM	Guarani	63 a 138	5	22°15'10"	47°48'49"
Macatuba	GU0064P	P Matadouro	Guarani	136 a 248	19	22° 29' 36"	48° 42' 44"
Pederneiras	GU0092P	P Distr. Vanglória - Sabesp	Guarani	132 a 167	31	22° 26' 46"	48° 46' 35"
Pederneiras	GU0287P	P3 Dist. Santelmo - Sabesp	Guarani	355 a 415	21	22°11' 48"	48° 52' 32"
Ribeirão Bonito	GU0111P	P Jdim. Centenário - PM	Guarani	30 a 80	52	22° 03' 30"	48° 11' 03"
São Manuel	GU0159P	P3 - Sabesp	Guarani	163 a 386	115	22° 43' 12"	48° 34' 17"

* s. d. - sem dados

Figura 5.10.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.



As Tabelas 5.10.3 e 5.10.4 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Bauru e Guarani.

Tabela 5.10.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Araraquara	BA0360P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	out-15	Presente	Ponto Novo
Bauru	BA0232P	Nitrogênio Nitrato	10 mg L ⁻¹	set-13	10,8 mg L ⁻¹	2
				set-15	12 mg L ⁻¹	

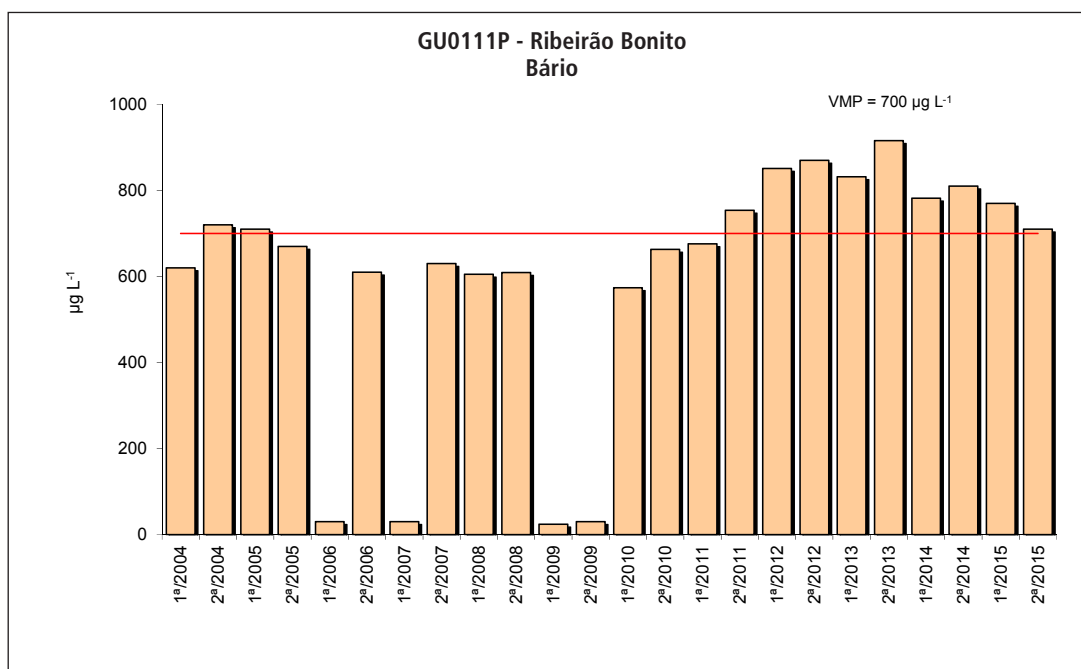
Tabela 5.10.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Ibaté	GU0048P	Ferro	300 µg L ⁻¹	set-14	723 µg L ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	set-14	Presente	1
Ribeirão Bonito	GU0111P	Bário	700 µg L ⁻¹	abr-13	832 µg L ⁻¹	3
				out-13	916 µg L ⁻¹	
				abr-14	782 µg L ⁻¹	
				set-14	810 µg L ⁻¹	
				mar-15	770 µg L ⁻¹	
				out-15	710 µg L ⁻¹	

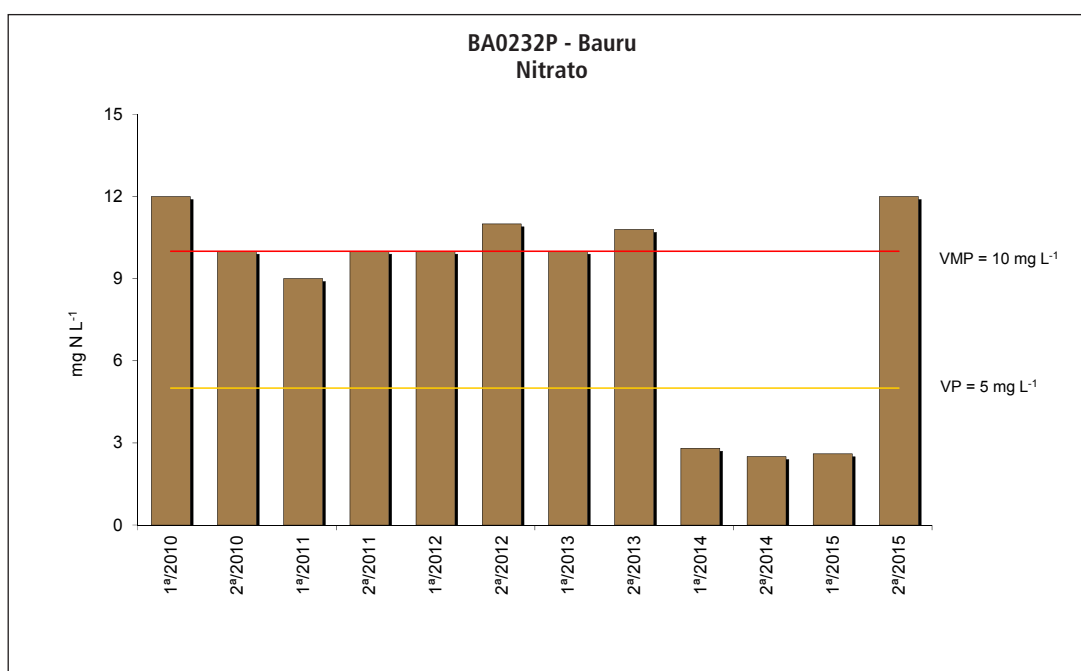
Os Gráficos 5.10.1 a 5.10.2 mostram, respectivamente, a série histórica das concentrações de bário obtidas no ponto GU0111P, localizado no município de Ribeirão Bonito e a série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0232P, localizado no município de Bauru.

As desconformidades identificadas para o elemento bário no ponto GU0111P (Gráfico 5.10.1), localizado no município de Ribeirão Bonito, indicam aumento das concentrações acima do VMP em todas as campanhas do presente triênio, já evidenciado nas últimas três campanhas do período de 2010-2012. Anteriormente a este fato foram observadas desconformidades na série histórica apenas na 2ª campanha de 2004 e 1ª de 2005, seguidas por valores baixos intercalados com elevados próximos ao VMP. Assim, não é possível afirmar que existe tendência de aumento das concentrações de bário nesse local, uma vez que a maioria dos resultados são quantificados em torno do VMP. Neste triênio foram também verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹).

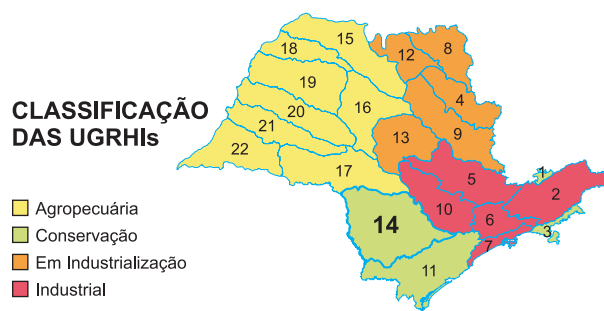
Foram observadas desconformidades para vanádio no ponto GU0229P, situado em Arealva, em todas as campanhas do triênio 2013-2015, em relação ao valor para consumo humano da Resolução CONAMA nº 396/2008.

Gráfico 5.10.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto GU0111P – Ribeirão Bonito, Aquífero Guarani.

As concentrações de nitrato determinadas no ponto BA0232P (Gráfico 5.10.2), localizado no município de Bauru, igualam ou excedem o VMP em oito das doze campanhas realizadas desde a inclusão deste poço na rede. Valores atípicos, abaixo do VP, foram obtidos entre a 1ª campanha de 2014 e 1ª de 2015, o que poderia indicar uma redução deste parâmetro, mas a última campanha (2ª de 2015) excedeu novamente o VMP, dificultando a avaliação da tendência de redução ou aumento das concentrações.

Gráfico 5.10.2 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0232P – Bauru, Aquífero Bauru.

5.11 UGRHI 14 – Alto Paranapanema



Nessa UGRHI, composta por 34 municípios, vive aproximadamente 1,7% da população do Estado, sendo 80% dos habitantes em áreas urbanas. As águas subterrâneas são responsáveis pelo abastecimento público total ou parcial de 75% dos municípios, abastecendo uma população de 235.000 habitantes. As características principais da área estão descritas na Tabela 5.11.1.

Tabela 5.11.1 – Características da UGRHI 14 – Alto Paranapanema.

Municípios (34)	Angatuba; Arandu; Barão de Antonina; Bernardino de Campos; Bom Sucesso de Itararé; Buri; Campina do Monte Alegre; Capão Bonito; Coronel Macedo; Fartura; Guapiara; Guareí; Ipaussu; Itaberá; Itai; Itapetininga; Itapeva; Itaporanga; Itararé; Manduri; Nova Campina; Paranapanema; Pilar do Sul; Piraju; Ribeirão Branco; Ribeirão Grande; Riversul; São Miguel Arcanjo; Sarutaiá; Taguaí; Taquarituba; Taquarivaí; Tejuapá; Timburi.		
População (IBGE, projeção 2015)	763.784 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Serra Geral, Furnas, Tubarão, Guarani		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	30	0,33	1,1
Área de drenagem	22.689 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Paranapanema e afluentes da margem direita (rios Santo Inácio, Jacu, Guareí, Itapetininga e Turvo) e da margem esquerda (rios Itararé, Taquari, Apiaí-Açu, Paranapitanga e das Almas). O Rio Itararé faz divisa com o Estado do Paraná, onde se localizam os principais afluentes da margem esquerda. Reservatórios: Xavantes, Jurumirim e Paineiras.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	74%	67%	
Principais atividades econômicas	A agropecuária é a atividade mais importante, com destaque para a pastagem extensiva, em menor escala cultura do milho e do feijão. Itapetininga é o polo mais expressivo, onde se concentra a maior parcela das atividades industriais A extração e transformação de bens minerais estão presentes nos municípios de Ribeirão Grande, Guapiara, Itapeva, Bom Sucesso do Itararé, Ribeirão Branco e Nova Campina.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural corresponde a 20 % de sua área total, com remanescentes da Floresta Ombrófila Densa em contato com a Floresta Ombrófila Mista, além de fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado.		

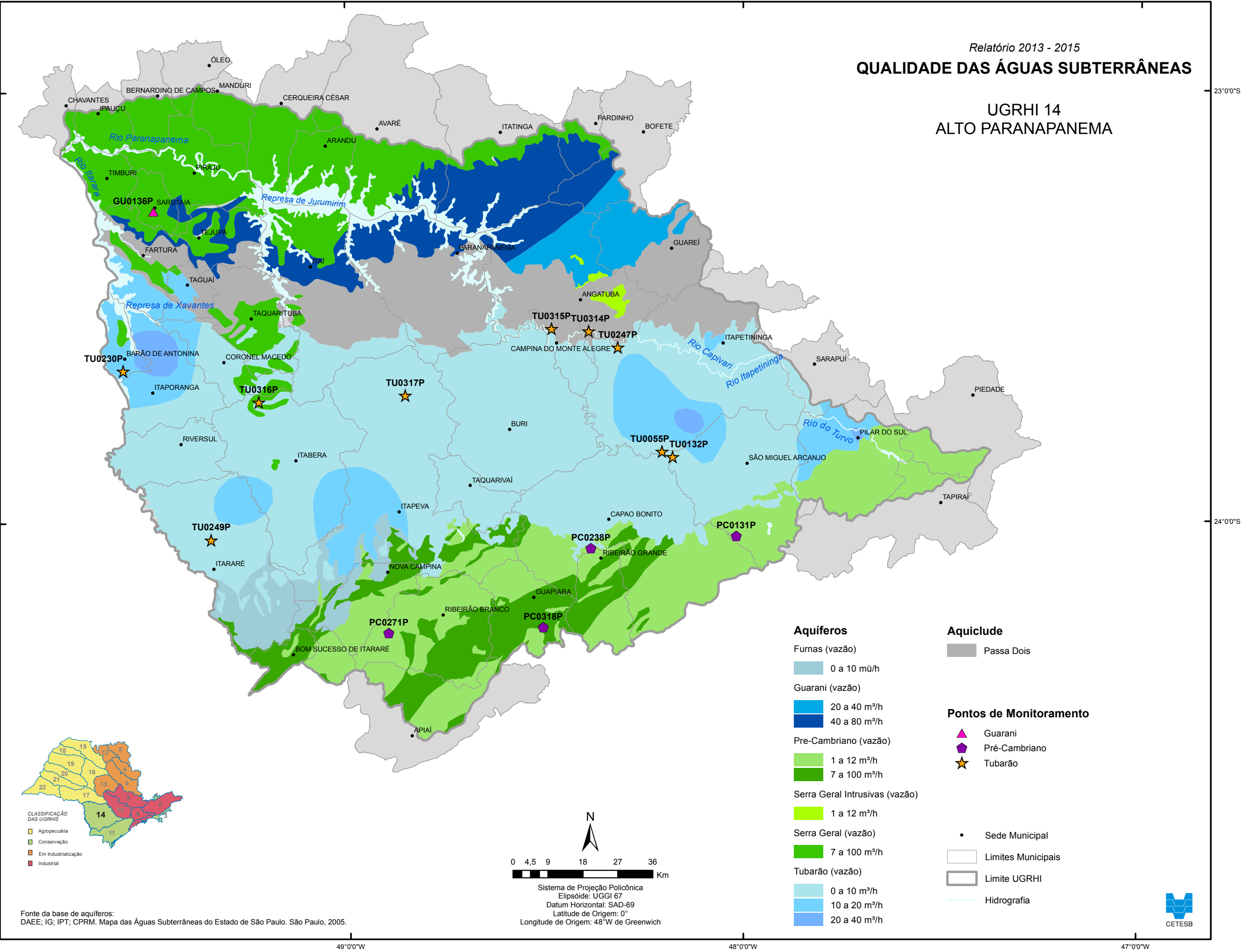
Nessa unidade foram monitorados quatorze poços tubulares utilizados para abastecimento público. Destes, nove captam águas do Aquífero Tubarão, quatro do Pré-Cambriano e um do Guarani. Cinco novos poços foram incluídos na Rede, entre 2013 e 2015. A Tabela 5.11.2 apresenta as características e a Figura 5.11.1, a localização dos pontos de monitoramento.

Tabela 5.11.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Angatuba	TU0314P	P1 Machadinho - Sabesp	Tubarão	140 a 194	*	23° 33' 44"	48° 23' 21"
Barão de Antonina	TU0230P	P4 Margem esquerda da Água dos Pedrocas - Sabesp	Tubarão	71 a 196	7	23° 38' 56"	49° 33' 53"
Campina do Monte Alegre	TU0315P	P1 Papagaios - Sabesp	Tubarão	19 a 220	7	23° 33' 22"	48° 28' 59"
Capão Bonito	PC0238P	P1 Ferreira dos Matos - Sabesp	Pré-Cambriano	35 a 60	1	24° 04' 00"	48° 23' 06"
Guapiara	PC0318P	P1 Elias - Sabesp	Pré Cambriano	41 a 100	3	24° 15' 00"	48° 30' 24"
Itaberá	TU0316P	P1 Cerrado - Sabesp	Tubarão	34 a 160	24	23° 43' 23"	49° 13' 22"
Itapetininga	TU0055P	P2 - Sabesp	Tubarão	102 a 224	35	23° 50' 33"	48° 12' 18"
Itapetininga	TU0247P	P1 Bairro Rechan - Sabesp	Tubarão	18 a 203	4	23° 36' 01"	48° 18' 58"
Itapeva	TU0317P	P1 Guarizinho - Sabesp	Tubarão	55 a 148	0	23° 42' 36"	48° 51' 09"
Itararé	TU0249P	P1 Cerrado - Sabesp	Tubarão	*	*	24° 02' 32"	49° 20' 46"
Ribeirão Branco	PC0271P	P1 Margem do rio Taquari-Guaçu – Itaboa - Sabesp	Pré-Cambriano	96 a 135	4	24° 15' 42"	48° 53' 53"
São Miguel Arcanjo	PC0131P	P1 Abaitinga - Sabesp	Pré-Cambriano	24 a 151	2	24° 02' 19"	48° 01' 02"
São Miguel Arcanjo	TU0132P	P1A Pocinhos - Sabesp	Tubarão	30 a 59	0	23° 51' 15"	48° 10' 42"
Sarutaiá	GU0136P	P1 - Sabesp	Guarani	71 a 141	8	23° 16' 44"	49° 29' 01"

* s. d. - sem dados

Figura 5.11.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 14 – Alto Paranapanema.



As Tabelas 5.10.3 e 5.10.4 apresentam as desconformidades para os aquíferos Pré-Cambriano e Tubarão.

Tabela 5.11.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Ribeirão Branco	PC0271	Mercúrio	1 µg L ⁻¹	abr-13	1,01µg L ⁻¹	0

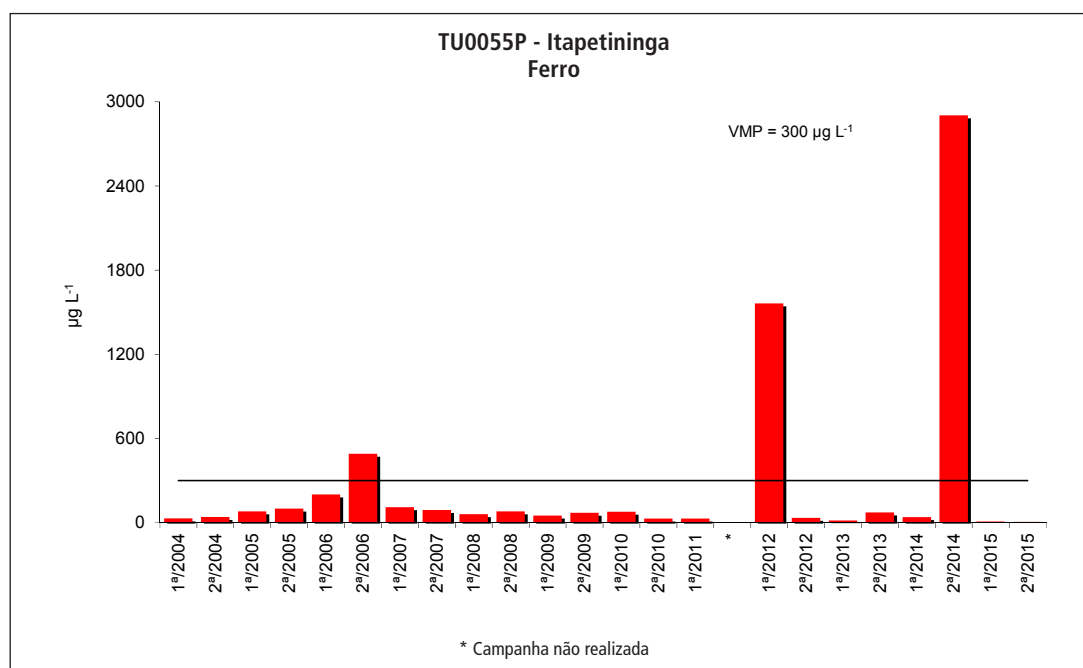
Tabela 5.11.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Itapetininga	TU0055P	Ferro	300 µg L ⁻¹	out-14	2903 µg L ⁻¹	1
	TU0055P	Manganês	100 µg L ⁻¹	out-14	1004µg L ⁻¹	0
Itaberá	TU0316P	Mercúrio	1 µg L ⁻¹	out-15	3,59µg L ⁻¹	Ponto Novo
	TU0316P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	out-14	650 UFC mL ⁻¹	
Itapeva	TU0317P	Mercúrio	1 µg L ⁻¹	out-15	4,31µg L ⁻¹	Ponto Novo

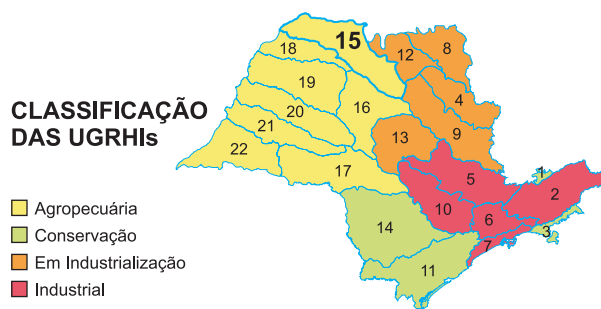
No triênio 2013-2015 foram observadas concentrações de mercúrio acima do VMP na UGRHI 14 em três pontos monitorados, um no Aquífero Pré-Cambriano (PC0271P) e dois pontos novos no Aquífero Tubarão (TU0316P e TU0317P).

A série histórica das concentrações de ferro do ponto TU0055P (Gráfico 5.11.1), localizado no município de Itapetininga, geralmente exibe valores abaixo de 200 µg L⁻¹, com apenas três picos de concentrações superiores ao VMP (490 µg L⁻¹ – 2ª/2006; 1562 µg L⁻¹ – 1ª/2012; 2903 µg L⁻¹ – 2ª/2014).

Gráfico 5.11.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0055P – Itapetininga, Aquífero Tubarão.



5.12 UGRHI 15 – Turvo / Grande



Composta por 64 municípios, essa UGRHI abriga 3% da população paulista, com cerca de 93% dos habitantes vivendo em áreas urbanas. Nessa UGRHI, todos os municípios captam águas subterrâneas para o abastecimento público, sendo que mais de 86% utilizam-se exclusivamente desse recurso para este fim, com 89% da população abastecida por água subterrânea. As demais características estão descritas na Tabela 5.12.1.

Tabela 5.12.1 – Características da UGRHI 15 – Turvo / Grande.

Municípios (64)	Álvares Florence; Américo de Campos; Ariranha; Aspásia; Bálsamo; Cajobi; Cândido Rodrigues; Cardoso; Catanduva; Catiguá; Cedral; Cosmorama; Dolcinópolis; Embaúba; Estrela d'Oeste; Fernando Prestes; Fernandópolis; Guapiáçu; Guarani d'Oeste; Indiaporã; Ipiguá; Macedônia; Meridiano; Mesópolis; Mira Estrela; Mirassol; Mirassolândia; Monte Alto; Monte Azul Paulista; Nova Granada; Novais; Olímpia; Onda Verde; Orindiúva; Ouroeste; Palestina; Palmares Paulista; Paraíso; Paranapuã; Parisi; Paulo de Faria; Pedranópolis; Pindorama; Pirangi; Pontes Gestal; Populina; Riolândia; Santa Adélia; Santa Albertina; Santa Clara d'Oeste; Santa Rita d'Oeste; São José do Rio Preto; Severínia; Tabapuã; Taiaçu; Taiúva; Tanabi; Turmalina; Uchôa; Urânia; Valentim Gentil; Vista Alegre do Alto; Vitória Brasil; Votuporanga.		
População (IBGE, projeção 2015)	1.342.900 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	12,99	5,26	40,5
Área de drenagem	15.925 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio São Domingos, ribeirão da Onça, rios Turvo, Preto e Grande, desde a Usina Hidrelétrica de Marimbondo até a foz no rio Paranaíba. Reservatórios: Água Vermelha e Ilha Solteira (parcial).		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	91%	86%	
Principais atividades econômicas	No setor primário, destaca-se a cultura de cana-de-açúcar. Há também pastagem para criação de bovinos e culturas perenes (como laranja, café, banana, uva e seringueira). No setor secundário destacam-se os segmentos de indústria e construção civil. No setor terciário, atividades de comércio, serviços e administração pública.		
Vegetação remanescente	Cerca de 7% da área total dessa UGRHI perfazem a área coberta por vegetação nativa com fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/Arbustiva em região de Várzea e Savana.		

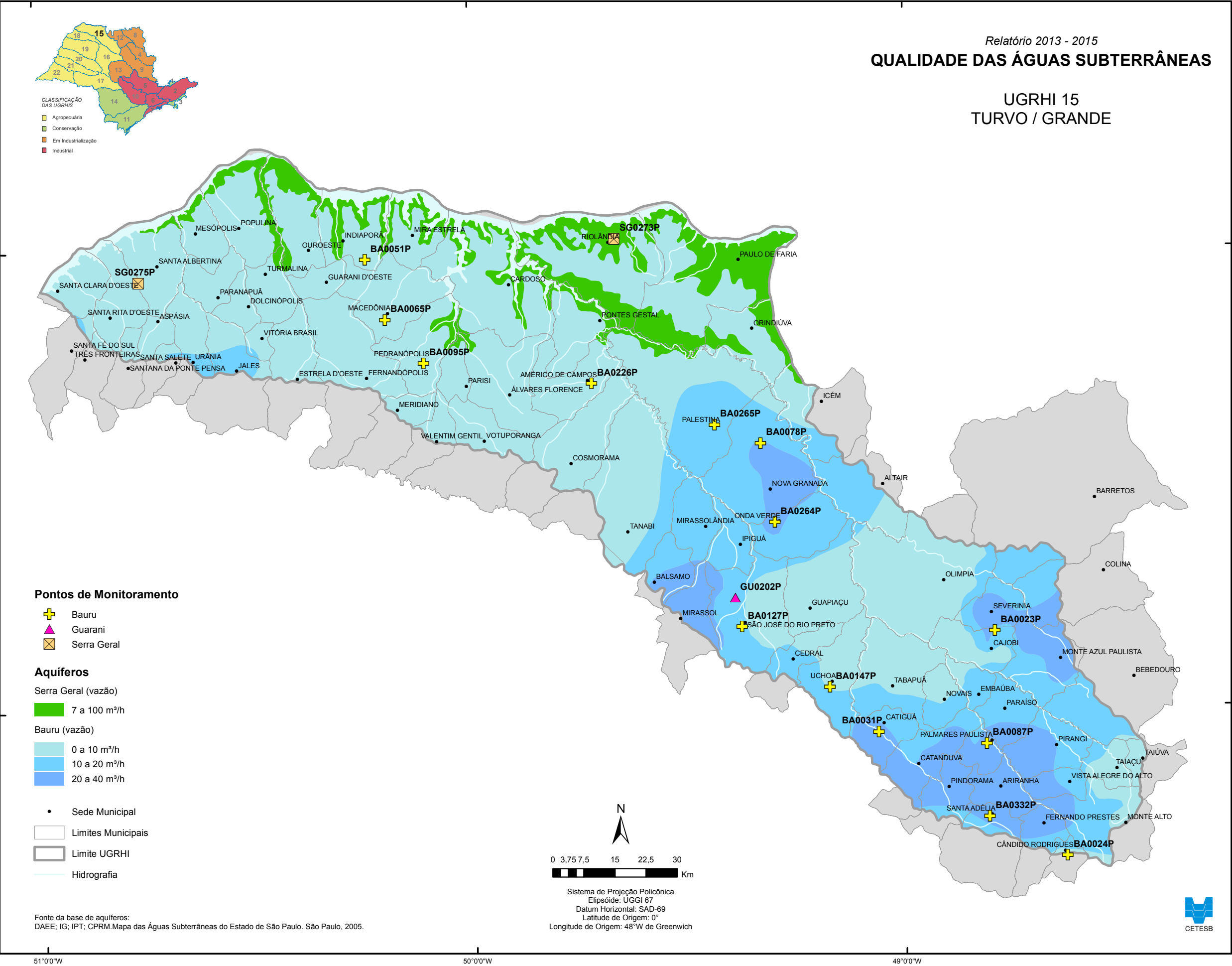
Os pontos de monitoramento somaram dezessete poços tubulares, com finalidade de abastecimento público. Quatorze poços retiram água do Aquífero Bauru, dois do Serra Geral e um capta água do Aquífero Guarani, sendo que neste triênio, apenas o poço localizado em Santa Adélia foi incluído na Rede. As suas características e localização são apresentadas na Tabela 5.12.2 e na Figura 5.12.1.

Tabela 5.12.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 15 – Turvo/Grande.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Américo de Campos	BA0226P	P6 Cohab do Banespinha - PM	Bauru	*	59	20° 17' 47"	49° 43' 16"
Cajobi	BA0023P	P1 - Sabesp	Bauru	6 a 124	67	20° 50' 25"	48° 47' 32"
Cândido Rodrigues	BA0024P	P4 - Sabesp	Bauru	66 a 104	36	21° 19' 49"	48° 37' 30"
Catiguá	BA0031P	P3 - PM	Bauru	15 a 102	26	21° 03' 34"	49° 03' 44"
Indiaporã	BA0051P	P1 Tupinambá - Sabesp	Bauru	38 a 87	29	20° 01' 19"	50° 14' 27"
Macedônia	BA0065P	P3 - Sabesp	Bauru	55 a 174	22	20° 09' 12"	50° 11' 47"
Nova Granada	BA0078P	P1 Mangaratu - Sabesp	Bauru	20 a 79	0	20° 25' 47"	49° 19' 55"
Onda Verde	BA0264P	P2 - Sabesp	Bauru	63 a 154	44	20° 36' 07"	49° 18' 01"
Palestina	BA0265P	P do Recinto - ESAP	Bauru	20 a 95	25	20° 23' 19"	49° 26' 16"
Palmares Paulista	BA0087P	P3 - Sabesp	Bauru	55 a 112	44	21° 05' 09"	48° 48' 42"
Pedranópolis	BA0095P	P1 - Sabesp	Bauru	27 a 86	22	20° 14' 54"	50° 06' 29"
Riolândia	SG0273P	P3 Matadouro - Sabesp	Serra Geral	7 a 150	5	19° 58' 57"	49° 39' 59"
Santa Adélia	BA0332P	P11 - PM	Bauru	58 a 146	93	21° 14' 41"	48° 48' 21"
Santa Albertina	SG0275P	P5 Ribeirão Jacu - Sabesp	Serra Geral	16 a 100	3	20° 03' 58"	50° 45' 50"
São José do Rio Preto	BA0127P	P219 - SEMAE	Bauru	28 a 68	22	20° 49' 43"	49° 22' 40"
São José do Rio Preto	GU0202P	P7 PFG007 Santo Antônio - PM/SEMAE	Guarani	721 a 1292	92	20° 45' 56"	49° 23' 34"
Uchoa	BA0147P	P2 - PM	Bauru	36 a 120	30	20° 57' 41"	49° 10' 30"

* s. d. - sem dados

Figura 5.12.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 15 – Turvo/Grande.



As Tabelas 5.12.3, 5.12.4 e 5.12.5 apresentam as desconformidades para os aquíferos Bauru, Guarani e Serra Geral.

Tabela 5.12.3 – Desconformidades da qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, no Aquífero Bauru.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Américo de Campos	BA0226P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
Cajobi	BA0023P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	1
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	out-15	Presente	0
Cândido Rodrigues	BA0024P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	set-14	520 UFC mL ⁻¹	0
Indiaporã	BA0051P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
				set-15	Presente	
Nova Granada	BA0078P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-15	54,1 µg L ⁻¹	1
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
Onda Verde	BA0264P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	1
				set-15	Presente	
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	0
Palestina	BA0265P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	60,9 µg L ⁻¹	1
				set-13	50,2 µg L ⁻¹	
				mar-14	50,5 µg L ⁻¹	
				set-14	60,8 µg L ⁻¹	
				mar-15	73,2 µg L ⁻¹	
				set-15	61,5 µg L ⁻¹	
Palmares Paulista	BA0087P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	out-15	Presente	1
Santa Adelia	BA0332P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	abr-15	Presente	Ponto Novo
				out-15	Presente	
São José do Rio Preto	BA0127P	Ferro	300 µg L ⁻¹	set-15	620 µg L ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-15	Presente	1
Uchoa	BA0147P	Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-14	804 µg L ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	1

Tabela 5.12.4 – Desconformidades da qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, no Aquífero Guarani.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
São José do Rio Preto	GU0202P	Selênio	10 µg L ⁻¹	abr-13	16,8 µg L ⁻¹	0
				set-13	18,1 µg L ⁻¹	
				mar-14	20 µg L ⁻¹	
				set-14	20,8 µg L ⁻¹	
				mai-15	20,2 µg L ⁻¹	
				set-15	19,2 µg L ⁻¹	

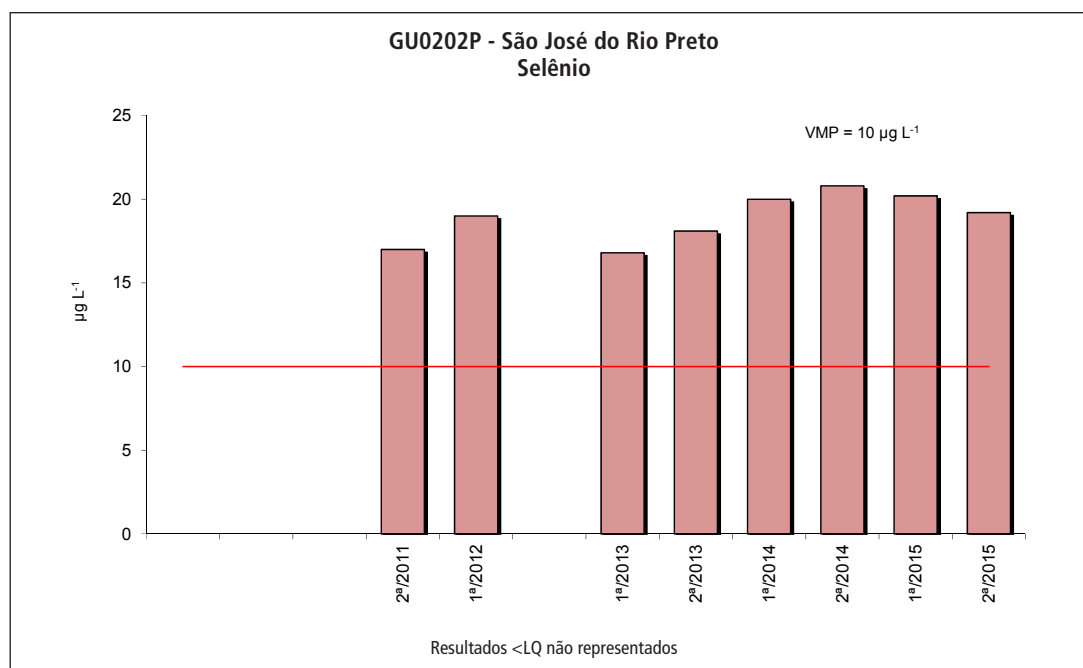
Tabela 5.12.5 – Desconformidades da qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, no Aquífero Serra Geral.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Riolândia	SG0273P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	1
				set-15	Presente	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	set-14	> 5700 UFC mL ⁻¹	0

O ponto GU0202P, localizado no município de São José do Rio Preto, apresentou desconformidade em todas as campanhas neste último triênio (>10 µg L⁻¹), referente ao parâmetro selênio (Gráfico 5.12.1), atingindo sua maior concentração (20,8 µg L⁻¹) na 2ª campanha de 2014, e valor médio de 19,18 µg L⁻¹ nas seis campanhas. No triênio 2010-2012 as desconformidades ocorreram na 2ª campanha de 2011 (17 µg L⁻¹) e 1ª campanha de 2012 (19 µg L⁻¹), estando as demais abaixo do LQ. Ressalta-se que o LQ praticado em 2010 (50 µg L⁻¹) foi acima do VMP.

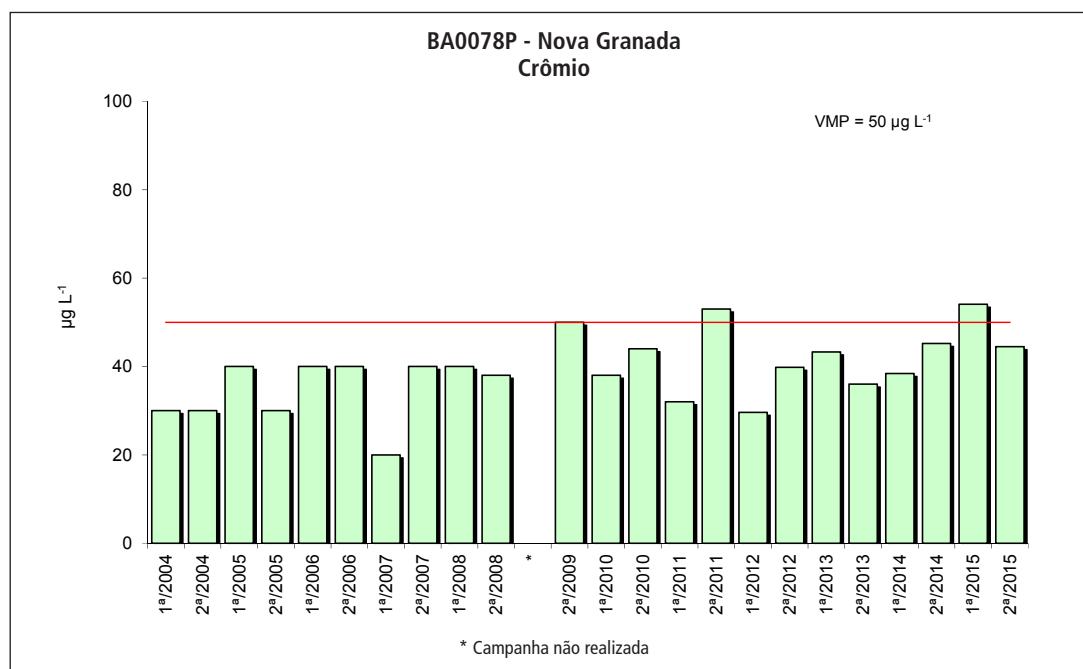
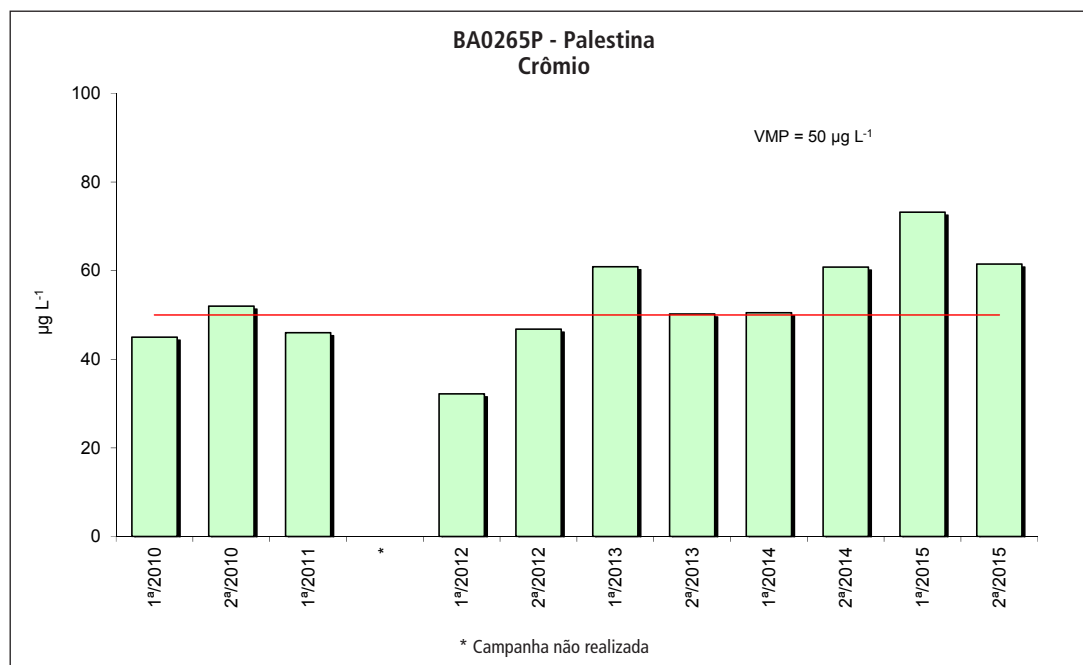
Neste ponto também foram observadas desconformidades para vanádio em todas as campanhas do triênio 2013-2015, em relação ao valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

Além do ponto GU0202P, foram detectadas desconformidades para vanádio nos pontos BA0226P, localizado em Américo de Campos, nas segundas campanhas de 2013 e 2015, e SG0275P, localizado em Santa Albertina, em todas as campanhas de 2013-2015.

Gráfico 5.12.1 – Série histórica das concentrações de selênio no ponto GU0202P – São José do Rio Preto, Aquífero Guarani.

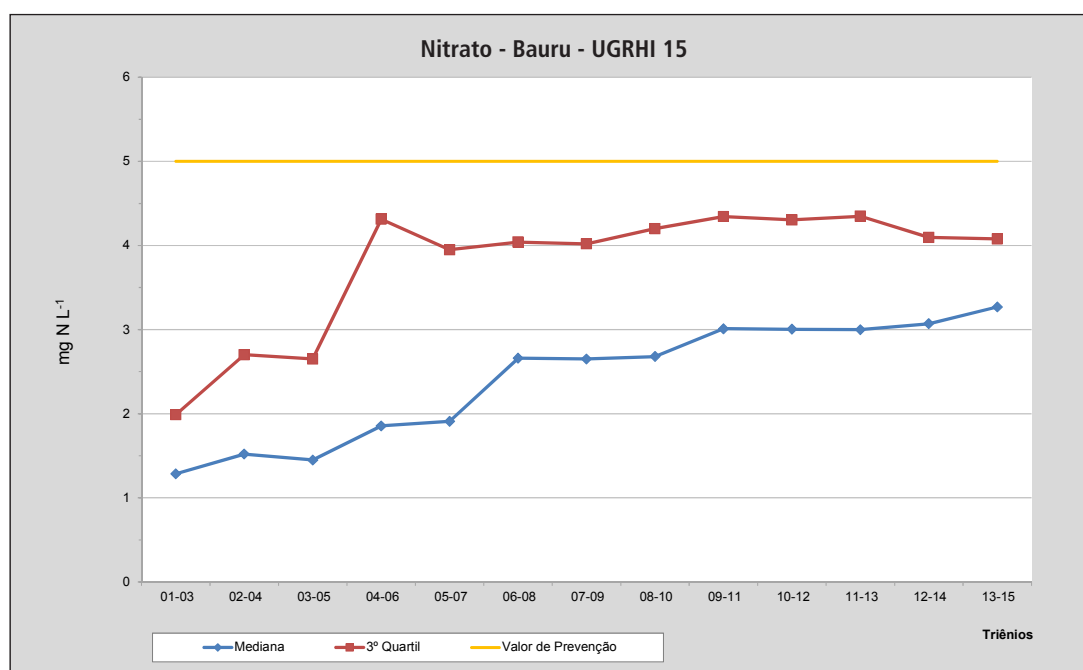
As desconformidades relacionadas com a presença de cromo ocorreram nos municípios de Nova Granada (BA0078P) e Palestina (BA0265P), exibidas nos gráficos 5.12.2 e 5.12.3. Em Nova Granada, no presente triênio, somente a 1ª campanha de 2015 (54,1 µg L⁻¹) esteve acima do VMP, entretanto, a média das seis campanhas foi elevada (43,58 µg L⁻¹). Em comparação aos triênios anteriores, o VMP foi superado apenas na 2ª campanha de 2011. As médias obtidas para os períodos 2007 a 2009 (31,3 µg L⁻¹) e 2010 a 2012 (39,4 µg L⁻¹) evidenciam aumento dos teores de cromo.

No município de Palestina, as concentrações de cromo foram maiores que o VMP nas seis campanhas realizadas no presente triênio, com valor máximo obtido na 1ª campanha de 2015 (73,2 µg L⁻¹). No triênio anterior (2010 a 2012), quando o ponto foi inserido na rede, a concentração de cromo excedeu o VMP somente na 2ª Campanha de 2010 (52,0 µg L⁻¹). As médias calculadas para os triênios 2010 a 2012 (37,0 µg L⁻¹) e 2013 a 2015 (59,5 µg L⁻¹) apontam para um incremento das concentrações no último período avaliado.

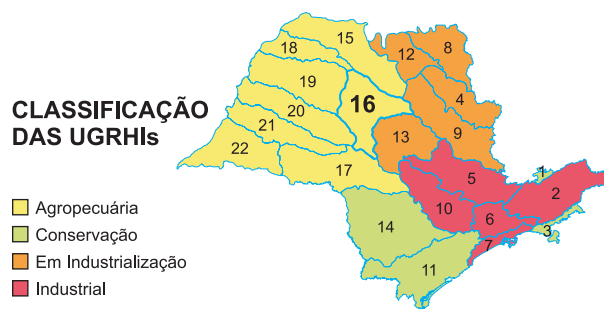
Gráfico 5.12.2 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0078P – Nova Granada, Aquífero Bauru.**Gráfico 5.12.3** – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0265P – Palestina, Aquífero Bauru.

Os teores de N-nitrato quantificados nos últimos 17 anos, em todos os pontos monitorados da UGRHI 15, representados no Gráfico 5.12.4 através dos valores de mediana e 3º Quartil por triênio, indicam aumento progressivo das concentrações deste parâmetro, comprovado principalmente pelos valores de mediana calculados. No triênio 1998 a 2000, quando as primeiras medições da série histórica foram realizadas, o valor obtido para a mediana foi 0,89 mg N L⁻¹, que aumentou ao longo dos anos até seu valor máximo neste último triênio, quando chegou a 3,27 mg N L⁻¹. Os valores calculados para o 3º Quartil confirmam essa tendência, porém, após atingir seu máximo (4,31 mg N L⁻¹) no triênio 2004 a 2006, as concentrações mantiveram-se estáveis em torno de 4 mg N L⁻¹, diminuindo lentamente a partir de 2012, apontando para redução dos valores máximos da série histórica.

Gráfico 5.12.4 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 15 – Turvo/Grande.



5.13 UGRHI 16 – Tietê/Batalha



Nessa UGRHI, composta por 33 municípios, vive 1,2% da população do Estado, sendo que 91 % dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Em 88% dos municípios, o abastecimento público de água é realizado exclusivamente por meio de captação de águas subterrâneas, nos demais esse recurso é utilizado parcialmente para esse fim. As águas subterrâneas respondem pelo abastecimento de 530.000 pessoas. Outras características estão descritas na Tabela 5.13.1.

Tabela 5.13.1 – Características da UGRHI 16 – Tietê / Batalha.

Municípios (33)	Adolfo; Avaí; Bady Bassitt; Balbinos; Borborema; Cafelândia; Dobrada; Elisiário; Guaíçara; Guarantã; Ibirá; Irapuã; Itajobi; Itápolis; Jaci; Lins; Marapoama; Matão; Mendonça; Nova Aliança; Novo Horizonte; Pirajuí; Piratininga; Pongaí; Potirendaba; Presidente Alves; Reginópolis; Sabino; Sales; Santa Ernestina; Taquaritinga; Uru; Urupês.		
População (IBGE, projeção 2015)	651.707 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	9,0	2,54	28,2
Área de drenagem	13.149 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Tietê, da barragem da Usina Hidrelétrica de Ibitinga até a barragem da Usina Hidrelétrica de Promissão; Rio Dourado, Rio São Lourenço, Rio Batalha e Ribeirão dos Porcos. Reservatório de Promissão		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	90%	84%	
Principais atividades econômicas	Entre as atividades econômicas destacam-se aquelas relativas aos setores, primário e secundário, com a cultura de cana-de-açúcar localizada principalmente em Matão e Novo Horizonte, e a pecuária de leite e de corte na região de Lins. Presença de usinas de açúcar e álcool, bem como laticínios, frigoríficos e curtumes.		
Vegetação remanescente	Remanescentes extremamente fragmentados de vegetação natural ocupam aproximadamente 6,5% da área da UGRHI. As principais formações são a Floresta Estacional Semidecídua e a Savana.		

Foram quinze os pontos de monitoramento localizados nessa UGRHI, sendo quatorze poços tubulares utilizados para abastecimento público que captam água nos aquíferos Bauru, Guarani e Serra Geral e uma Fonte no Balneário de Ibirá. A Tabela 5.13.2 apresenta as características dos poços e a Figura 5.13.1 onde se localizam.

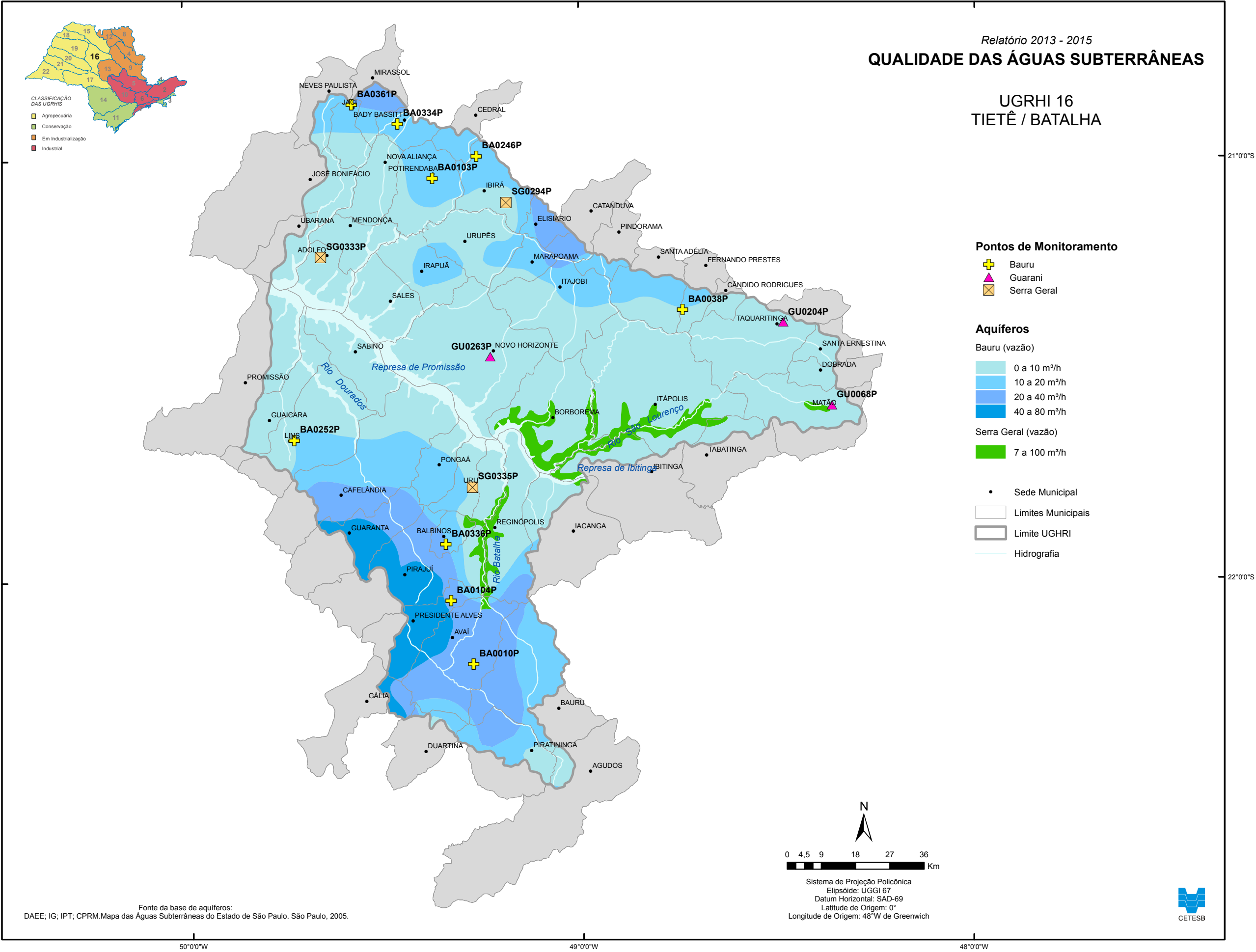
Os pontos nos municípios de Adolfo e Uru, que exploram água do Aquífero Serra Geral, e Bady Bassit, Balbinos e Jaci, que captam água do Aquífero Bauru, entraram na rede a partir da primeira campanha de 2014.

Tabela 5.13.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 16 – Tietê / Batalha.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Adolfo	SG0333P	P3 - Sabesp	Serra Geral	26 a 150	38	21° 14' 07"	49° 39' 23"
Avaí	BA0010P	P1 - Sabesp	Bauru	20 a 52	28	22° 12' 13"	49° 16' 35"
Bady Bassit	BA0334P	P Remanso dos Coqueiros - PM-	Bauru	30 a 164	35	20° 55' 09"	49° 27' 30"
Balbinos	BA0336P	P4 Rod Arcílio Rigotto km 1,5 - Sabesp	Bauru	18 a 121	28	21° 55' 06"	49° 20' 41"
Fernando Prestes	BA0038P	P3 - Sabesp	Bauru	31 a 81	26	21° 21' 55"	48° 44' 22"
Ibirá	BA0246P	P1 Vila Ventura - Sabesp	Bauru	*	25	20° 59' 52"	49° 15' 35"
Ibirá	SG0294P	P2 Fonte Nova	Serra Geral	16 a 122	0	21°06'30"	49°11'07"
Jaci	BA0361P	P2 Residencial Ipê- PM	Bauru	128 a 160	32	20° 52' 25"	49° 34' 27"
Lins	BA0252P	P22 - Sabesp	Bauru	34 a 141	29	21° 40' 07"	49° 43' 39"
Matão	GU0068P	P22 - PM	Guarani	365 a 443	115	21° 35' 34"	48° 21' 41"
Novo Horizonte	GU0263P	P1 - DAEE	Guarani	420 a 600	14	21° 28' 28"	49° 13' 41"
Potirendaba	BA0103P	P10 - Cooperativa	Bauru	44 a 115	26	21° 02' 58"	49°22' 18"
Presidente Alves	BA0104P	P1 - Sabesp	Bauru	28 a 76	22	22° 03' 09"	49° 19' 57"
Taquaritinga	GU0204P	P10 - SAET	Guarani	282 a 501	63	21° 23' 45"	48° 29' 04"
Uru	SG0335P	P2 - Sabesp	Serra Geral	46 a 105	16	21° 47' 01"	49°16' 33"

* s. d. - sem dados

Figura 5.13.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 16 – Tietê / Batalha.

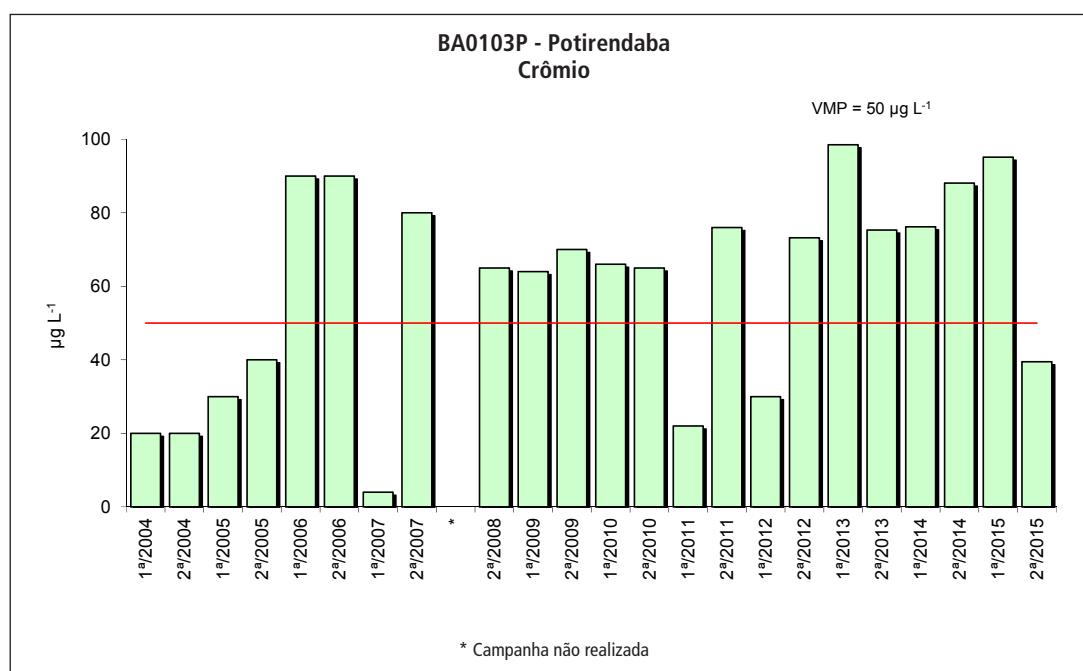


A Tabela 5.13.3 e o Gráfico 5.13.1 apresentam as desconformidades verificadas para este triênio, que ocorreram em 5 pontos no Aquífero Bauru. A desconformidade verificada para zinco entre 2010 e 2012 no ponto de Matão (Aquífero Guarani) não se repetiu. O número de pontos que apresentaram pelo menos uma desconformidade para coliformes totais aumentou, incluindo dois pontos novos: Bady Bassitt e Jaci. No ponto de Potirendaba, apenas a amostra da 2ª campanha de 2015 apresentou concentração de cromo inferior ao VMP de 50 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Tabela 5.13.3 – Desconformidade da qualidade das águas do Aquífero Bauru da UGRHI 16 Tietê/Batalha.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Bady Bassitt	BA0334P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-15	Presente	Ponto novo
Ibirá	BA0246P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	2
				set-15	Presente	
Jaci	BA0361P	Coliformes Totais	Ausente em 100mL	mar-15	Presente	Ponto novo
				set-15	Presente	
Lins	BA0252P	Ferro	300 $\mu\text{g L}^{-1}$	set-14	812 $\mu\text{g L}^{-1}$	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100mL	set-15	Presente	0
Potirendaba	BA0103P	Crômio	50 $\mu\text{g L}^{-1}$	abr-13	98,5 $\mu\text{g L}^{-1}$	4
				set-13	75,3 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				mar-14	76,2 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				set-14	88,1 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				mar-15	95,1 $\mu\text{g L}^{-1}$	

Gráfico 5.13.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0103P – Potirendaba, Aquífero Bauru.

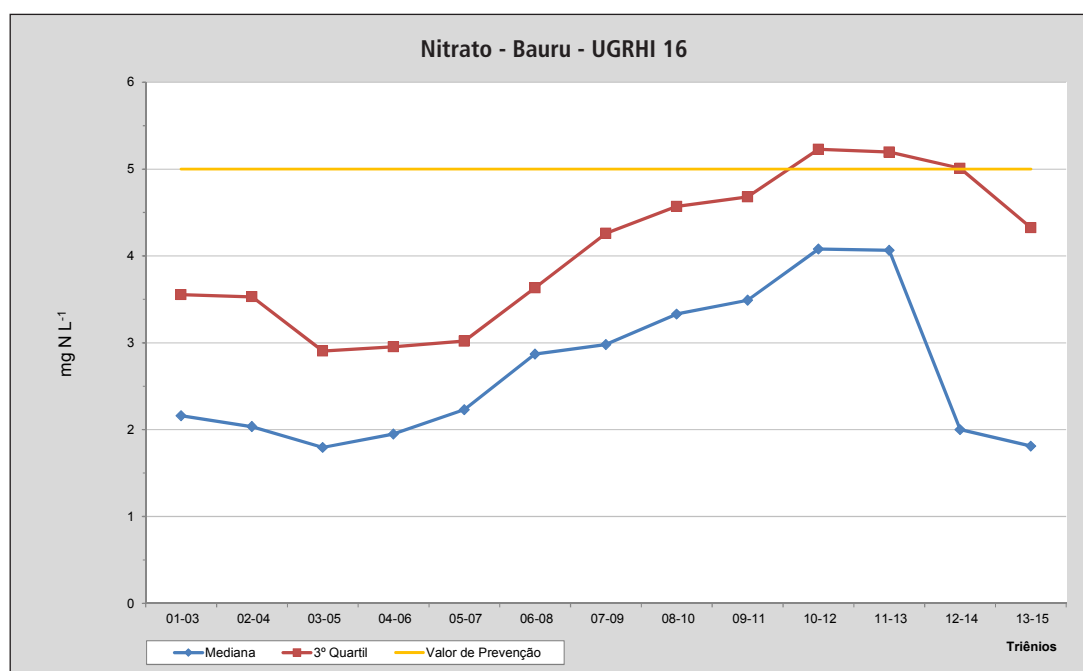


Os pontos em Potirendaba (Aquífero Bauru), Ibirá e Uru (Aquífero Serra Geral) apresentaram teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano estabelecido na Resolução CONAMA nº 396/08 ($50 \mu\text{g L}^{-1}$), variando entre 69 mg L^{-1} e $130 \mu\text{g L}^{-1}$, aparentemente relacionados às características geológicas locais.

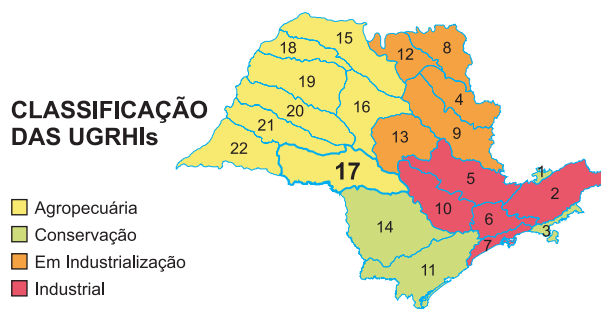
Não foi verificada nenhuma desconformidade com relação ao nitrato. Entretanto, concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L^{-1}) foram verificadas em pelo menos uma amostra dos poços localizados em Avaí (BA0010P), Ibirá (BA0246P), Presidente Alves (BA0104P) em Balbinos (BA0336P), que captam água do Aquífero Bauru. No triênio anterior este fato também ocorreu no poço GU0068P localizado em Matão, do Aquífero Guarani, que não se repetiu entre 2013 a 2015.

A tendência das concentrações de nitrato para o Aquífero Bauru nesta UGRHI pode ser visualizada no Gráfico 5.13.2, que mostra incremento nas concentrações, com 3º quartil ultrapassando o valor de prevenção no triênio de 2010-2012; e a partir de 2013 a tendência se inverteu sendo observado um decréscimo tanto nos valores de 3º quartil como para a mediana. A mediana retornou ao valor semelhante à obtida no triênio 2001-2003.

Gráfico 5.13.2 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 16.



5.14 UGRHI 17 – Médio Paranapanema



Nessa UGRHI, composta por 42 municípios, vive 1,6% da população do Estado, sendo que aproximadamente 91% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Na maioria dos municípios, o abastecimento público de água é realizado parcial ou totalmente por meio de captação de águas subterrâneas, o que equivale ao suprimento de água para uma população de aproximadamente 445.000 pessoas. As demais características estão descritas na Tabela 5.14.1.

Tabela 5.14.1 – Características da UGRHI 17 – Médio Paranapanema.

Municípios (42)	Águas de Santa Bárbara; Alvinlândia; Assis; Avaré; Cabralia Paulista; Campos Novos Paulista; Cândido Mota; Canitar; Cerqueira César; Chavantes; Cruzália; Duartina; Echaporã; Espírito Santo do Turvo; Fernão; Florínia; Gália; Iaras; Ibirarema; Itatinga; João Ramalho; Lucianópolis; Lupércio; Maracá; Ocaçu; Óleo; Ourinhos; Palmital; Paraguaçu Paulista; Pardinho; Paulistânia; Pedrinhas Paulista; Platina; Pratânia; Quatá; Rancharia; Ribeirão do Sul; Salto Grande; Santa Cruz do Rio Pardo; São Pedro do Turvo; Tarumã; Ubirajara.		
População (IBGE, projeção 2015)	707.287 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral, Bauru		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	17,02	0,80	4,7
Área de drenagem	16.749 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Paranapanema e seus afluentes, desde o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Xavantes até a Usina Hidrelétrica de Capivara e rios Capivara e Turvo. Reservatório: Capivara.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	88%	86%	
Principais atividades econômicas	A agropecuária é a principal atividade econômica, com ênfase na pecuária extensiva e na cultura da cana-de-açúcar que, juntas, respondem por mais de 1/3 do valor da produção regional, além dos cultivos de soja e milho. Destaca-se, ainda, a suinocultura, que detém um quarto da produção do Estado.		
Vegetação remanescente	Remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado extremamente fragmentados cobrem aproximadamente 8% do total da UGRHI.		

Foram dezesseis os pontos de monitoramento localizados nessa UGRHI, todos poços tubulares predominantemente utilizados para abastecimento público, captando água dos aquíferos Bauru, Serra Geral e Guarani. A Tabela 5.14.2 apresenta as características dos poços e a Figura 5.14.1, onde se localizam.

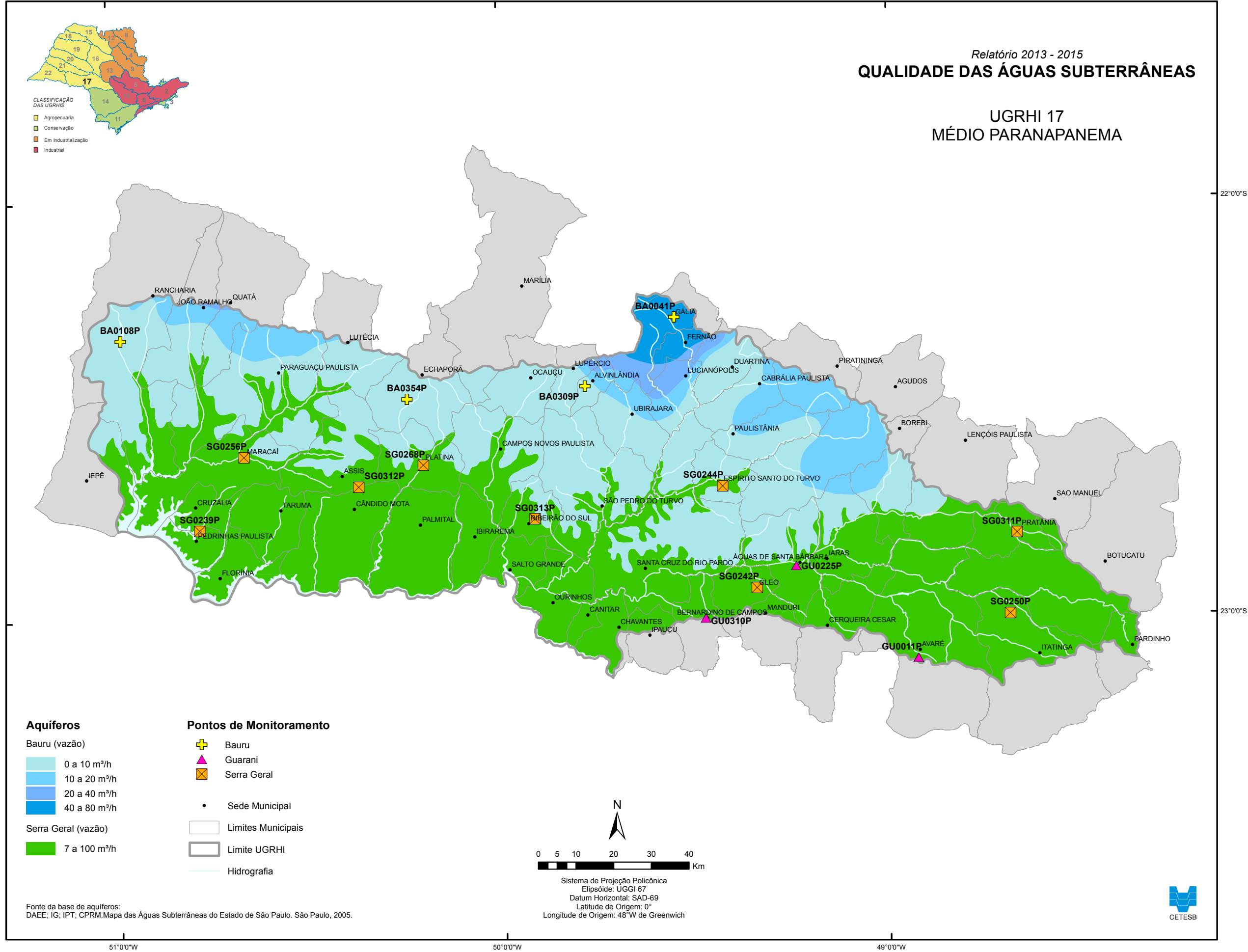
O número de poços incluídos nessa UGRHI em 2013-2015 totalizaram sete. No Aquífero Serra Geral os poços novos são: SG0242P (Óleo); SG0311P (Pratânia); SG0312P (Assis); e SG0313P (Ribeirão do Sul). No Aquífero Guarani: o poço GU0310P (Bernardino de Campos). E no Aquífero Bauru dois poços: BA0309P (Alvinlândia) e BA0354P (Echaporã).

Tabela 5.14.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Águas de Santa Bárbara	GU0225P	P2 - Sabesp	Guarani	246 a 351	37	22° 53' 13"	49° 14' 20"
Alvinlândia	BA0309P	P5 - Sabesp	Bauru	80 a 166	20	22° 27' 06"	49° 46' 51"
Assis	SG0312P	P9 - Sabesp	Serra Geral	Fraturas em 19 m e 26-28 m	2	22° 41' 11"	50° 22' 04"
Avaré	GU0011P	P6 - Sabesp	Guarani	257 a 419	172	23° 06' 29"	48° 55' 27"
Bernardino de Campos	GU0310P	P5 - Sabesp	Guarani	363 a 587	173	23° 00' 37"	49° 28' 27"
Cruzália	SG0239P	P3 - Sabesp	Serra Geral	6 a 120	2	22° 46' 50"	50° 47' 08"
Echaporã	BA0354P	P Residencial Altos da Figueira	Bauru	20 a 100	36	22° 28' 39"	50° 14' 24"
Espírito Santo do Turvo	SG0244P	P2 - Sabesp	Serra Geral	32 a 150	4	22° 41' 38"	49° 25' 40"
Gália	BA0041P	P2 - Sabesp	Bauru	132 a 194	13	22° 17' 20"	49° 32' 59"
Itatinga	SG0250P	P1 - Sabesp	Serra Geral	31 a 70	36	23° 00' 10"	48° 41' 09"
Maracá	SG0256P	P1 - Sabesp.	Serra Geral	13 a 65	5	22° 36' 40"	50° 39' 47"
Óleo	SG0242P	P1 - Sabesp	Serra Geral	9 a 150	7	22° 56' 19"	49° 20' 27"
Platina	SG0268P	P1 - Sabesp	Serra Geral	15 a 74	1	22° 38' 12"	50° 12' 00"
Pratânia	SG0311P	P1 - Sabesp	Serra Geral	14 a 60	3	22° 48' 33"	48° 40' 04"
Rancharia	BA0108P	P Balneário - PM	Bauru	28 a 93	22	22° 19' 41"	50° 58' 36"
Ribeirão do Sul	SG0313P	P2 - Sabesp	Serra Geral	43 a 200	57	22° 46' 06"	49° 54' 48"

* s. d. - sem dados

Figura 5.14.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 17 – Médio Paranapanema.



As Tabelas 5.14.3 a 5.14.5 apresenta as desconformidades verificadas neste triênio nos três aquíferos monitorados nessa UGRHI.

Tabela 5.14.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Gália	BA0041P	Bário	700 µg L ⁻¹	set-13	839 µg L ⁻¹	0
				mar-14	736 µg L ⁻¹	
				set-14	770 µg L ⁻¹	
				set-15	710 µg L ⁻¹	

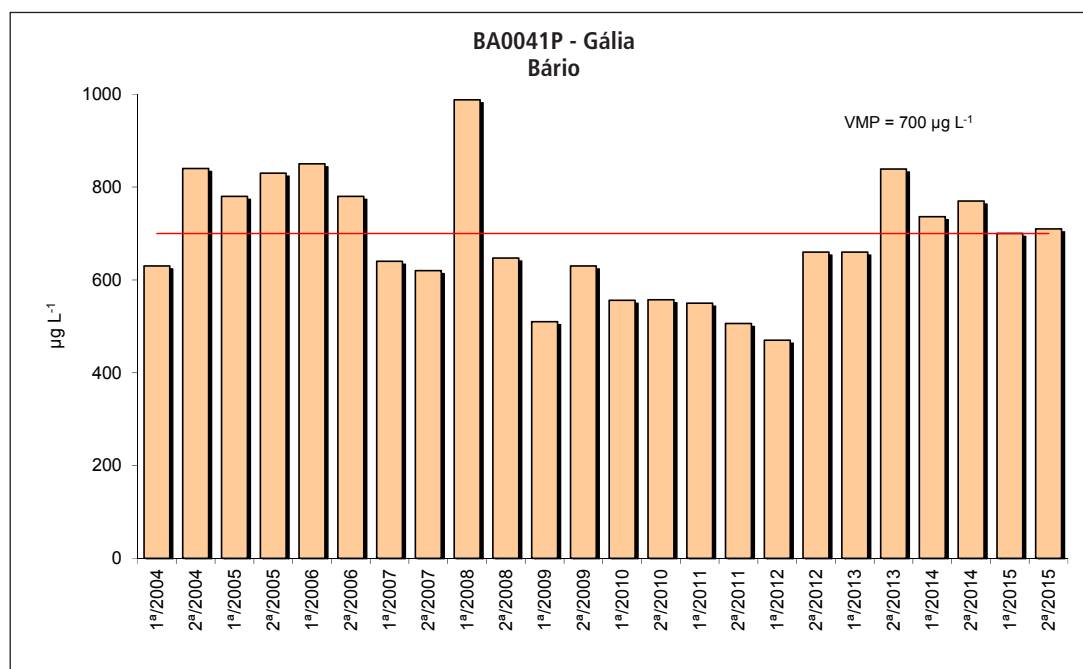
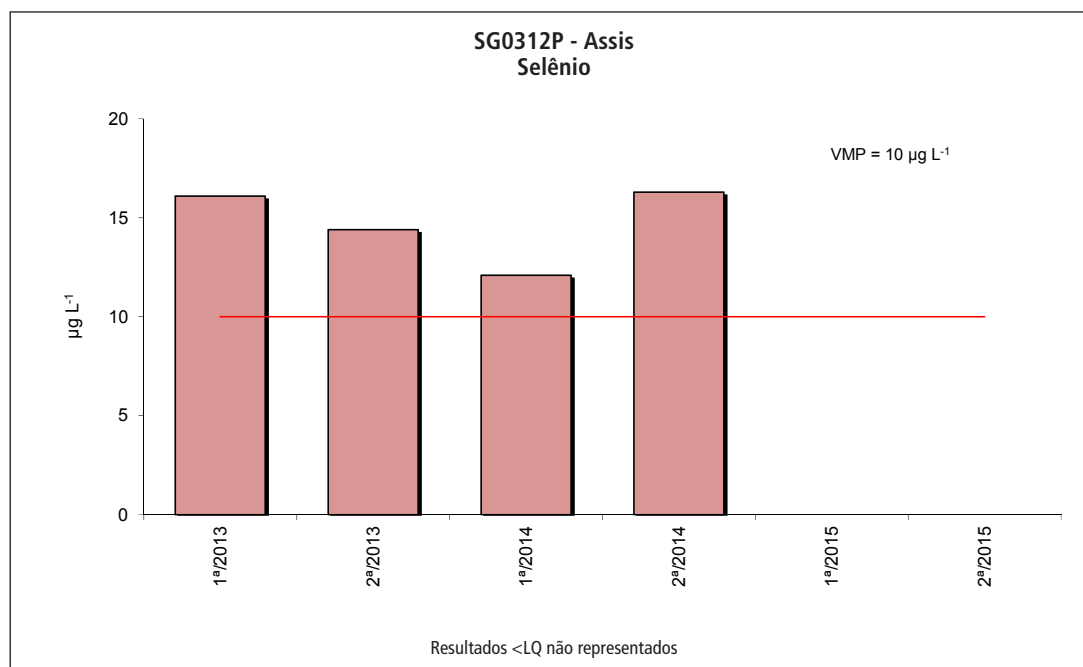
Tabela 5.14.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Águas de Santa Bárbara	GU0225P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-15	830 UFC mL ⁻¹	0

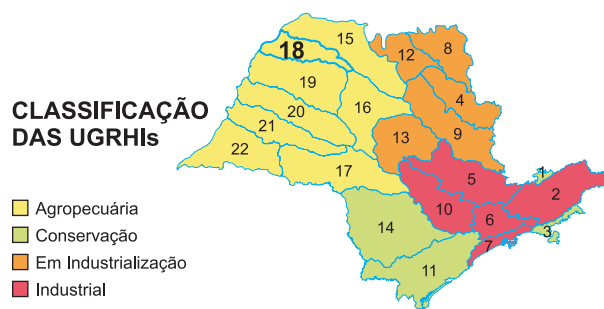
Tabela 5.14.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Assis	SG0312P	Selênio	10 µg L ⁻¹	mar-13	16,1 µg L ⁻¹	Ponto novo
				set-13	14,4 µg L ⁻¹	
				mar-14	12,1 µg L ⁻¹	
				set-14	16,3 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	mar-14	Presente	
Espírito Santo Turvo	SG0244P	Chumbo	10 mg L ⁻¹	set-13	13,4 µg L ⁻¹	0
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	set-13	940 UFC mL ⁻¹	0
Maracá	SG0256P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	mar-13	810 UFC mL ⁻¹	1

Os Gráficos 5.14.1 e 5.14.2 apresentam respectivamente, a série histórica das concentrações de bário no poço em Gália BA0225P, que capta água do Aquífero Bauru; e de selênio no novo poço SG0321P localizado em Assis, que explora água do Aquífero Serra Geral. No poço de Gália esta desconformidade é frequente, enquanto que as elevadas concentrações de selênio no poço de Assis não foram encontradas em 2015.

Gráfico 5.14.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0225P – Gália, Aquífero Bauru.**Gráfico 5.14.2** – Série histórica das concentrações de selênio no ponto SG0321P – Assis, Aquífero Serra Geral.

5.15 UGRHI 18 – São José dos Dourados



Nessa UGRHI, composta por 25 municípios, vive pouco mais de 0,5% da população do Estado, sendo que 88% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Em 70% dos municípios, o abastecimento público de água é realizado exclusivamente por meio de águas subterrâneas e em 25% de sistemas mistos. Mais de 95% da população da UGRHI é abastecida por água subterrânea. Outras características estão descritas na Tabela 5.15.1.

Tabela 5.15.1 – Características da UGRHI 18 – São José dos Dourados.

Municípios (3)	Aparecida d'Oeste; Auriflama; Dirce Reis; Floreal; General Salgado; Guzolândia; Ilha Solteira; Jales; Marinópolis; Monte Aprazível; Neves Paulista; Nhandeara; Nova Canaã Paulista; Palmeira d'Oeste; Pontalinda; Rubinéia; Santa Fé do Sul; Santa Salete; Santana da Ponte Pensa; São Francisco; São João das Duas Pontes; São João de Iracema; Sebastianópolis do Sul; Suzanópolis; Três Fronteiras.		
População (IBGE, projeção 2015)	235.521 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral e Bauru		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	2,72	0,50	18,4
Área de drenagem	6.805,20 km²		
Principais rios e reservatórios	Rios São José dos Dourados e Paraná, desde a foz do rio Paranaíba até a barragem do Reservatório de Ilha Solteira.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	84%	84%	
Principais atividades econômicas	Predomina a atividade agropecuária, com ênfase no cultivo de cana-de-açúcar e de laranja, além de pastagens. A interdependência de setores que se integram e se complementam pode ser verificada pela presença de usinas de açúcar e álcool e curtumes.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural encontra-se bastante reduzida, representando apenas 6,5% de sua área total, com remanescentes de Cerrado e da Floresta Estacional Semidecídua bastante fragmentados.		

Foram doze os pontos de monitoramento localizados nessa UGRHI, todos poços tubulares utilizados para abastecimento público. Onze captam água do Aquífero Bauru e um do Aquífero Serra Geral. A Tabela 5.15.2 apresenta as características dos poços e a Figura 5.15.1, onde se localizam.

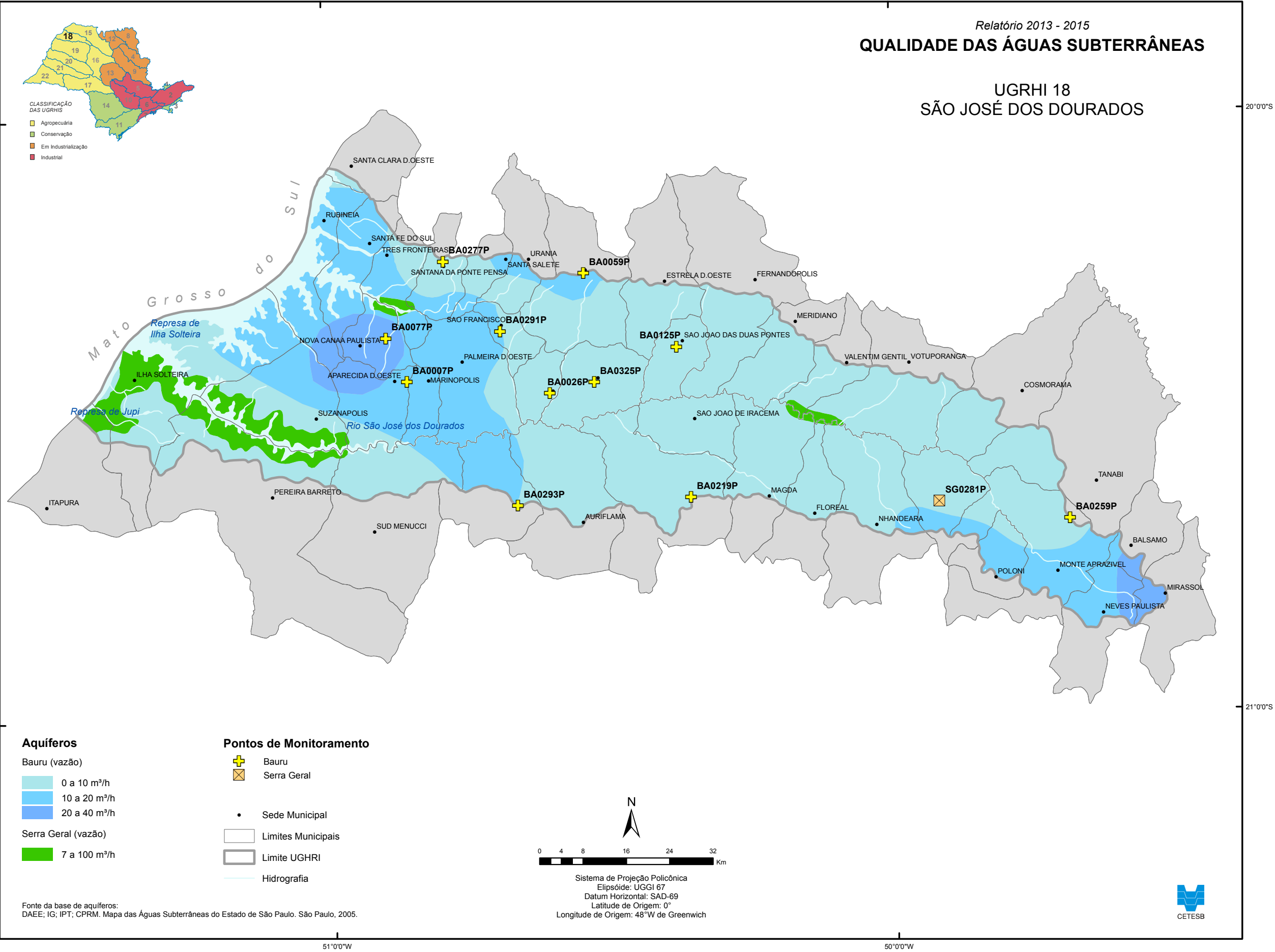
Todos os poços faziam parte da rede no triênio anterior sendo que o poço localizado no município de Floreal, que captava água do Aquífero Bauru foi desativado na segunda campanha de 2012 e substituído no semestre seguinte pelo ponto BA0325P em Pontalinda.

Tabela 5.15.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 18 – São José dos Dourados.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Aparecida d'Oeste	BA0007P	P3 - Sabesp	Bauru	49 a 110	0	20° 26' 28"	50° 51' 31"
Dirce Reis	BA0026P	P2 - Sabesp	Bauru	47 a 98	26	20° 27' 50"	50° 36' 22"
General Salgado	BA0219P	PPS3 - Sabesp	Bauru	72 a 190	55	20° 38' 24"	50° 21' 31"
Guzolândia	BA0293P	P5 - Sabesp	Bauru	40 a 174	34	20° 39' 01"	50° 39' 56"
Jales	BA0059P	P4 - Sabesp	Bauru	36 a 142	19	20° 15' 54"	50° 32' 37"
Monte Aprazível	BA0259P	P1 Dist. Eng. Balduino - Sabesp	Bauru	40 a 156	40	20° 40' 55"	49° 41' 15"
Nova Canaã Paulista	BA0077P	P1 - Sabesp	Bauru	53 a 89	19	20° 22' 05"	50° 53' 41"
Pontalinda	BA0325P	P2 - Sabesp	Bauru	36 a 59	6	20° 26' 46"	50° 31' 37"
Santana da Ponte Pensa	BA0277P	P5 - Sabesp	Bauru	54 a 126	21	20° 14' 30"	50° 47' 29"
São Francisco	BA0291P	P3 - Sabesp	Bauru	66 a 142	37	20° 21' 34"	50° 41' 33"
São João das Duas Pontes	BA0125P	PPS1 - Sabesp	Bauru	90 a 114	56	20° 23' 22"	50° 22' 51"
Sebastianópolis do Sul	SG0281P	P3 - Sabesp	Serra Geral	52 a 180	62	20° 39' 07"	49° 55' 08"

* s. d. - sem dados

Figura 5.15.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 18 – São José dos Dourados.



A Tabela 5.15.3 apresenta as desconformidades para o Aquífero Bauru nessa UGRHI. Todos os poços que captam água deste aquífero apresentaram pelo menos uma desconformidade, principalmente por cromo e parâmetros microbiológicos.

Tabela 5.15.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 18 – São José dos Dourados (continua).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Aparecida D'Oeste	BA0007P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	64,0 µg L ⁻¹	1
				abr-14	55,1 µg L ⁻¹	
				mar-15	59,4 µg L ⁻¹	
				set-15	60,4 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	set-15	Presente	0
Dirce Reis	BA0026P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-13	93,7 µg L ⁻¹	4
				set-13	54,5 µg L ⁻¹	
				abr-14	74,4 µg L ⁻¹	
				set-14	68,1 µg L ⁻¹	
				mar-15	76,1 µg L ⁻¹	
				set-15	75,2 µg L ⁻¹	
		Nitrogênio Nitrato	10 mg L ⁻¹	mar-15	25,6 mg L ⁻¹	0
				set-15	22,1 mg L ⁻¹	
General Salgado	BA0219P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	set-13	Presente	0
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100 mL	set-14	Presente	0
Guzolândia	293	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	78,8 µg L ⁻¹	2
				set-13	59,4 µg L ⁻¹	
				abr-14	60,8 µg L ⁻¹	
				set-14	50,2 µg L ⁻¹	
				abr-15	83,4 µg L ⁻¹	
		Nitrogênio Nitrato Total	10 mg L ⁻¹	out-15	13,0 mg L ⁻¹	0
Jales	BA0059P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	51,2 µg L ⁻¹	0
Monte Aprazível	BA0259P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	mar-15	Presente	1
				out-15	Presente	
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100 mL	out-15	Presente	0
Nova Canaã Paulista	BA0077P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-15	Presente	0
		<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 100 mL	abr-15	Presente	0
Pontalinda	BA0325P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	75,5 µg L ⁻¹	Ponto novo
				set-13	67,0 µg L ⁻¹	
				abr-14	71,7 µg L ⁻¹	
				set-14	66,7 µg L ⁻¹	
				mar-15	82,6 µg L ⁻¹	
				set-15	85,0 µg L ⁻¹	

Tabela 5.15.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 18 – São José dos Dourados (conclusão).

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Santana da Ponte Pensa	BA0277P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	88,5 µg L ⁻¹	2
				set-13	58,8 µg L ⁻¹	
				abr-14	70,5 µg L ⁻¹	
				set-14	71,6 µg L ⁻¹	
				mar-15	76,2 µg L ⁻¹	
				set-15	75,7 µg L ⁻¹	
São Francisco	BA0291P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	52,3 µg L ⁻¹	0
São João das Duas Pontes	BA0125P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	74,2 µg L ⁻¹	5
				set-13	65,9 µg L ⁻¹	
				abr-14	74,4 µg L ⁻¹	
				set-14	67,6 µg L ⁻¹	
				mar-15	83,7 µg L ⁻¹	
				set-15	83,3 µg L ⁻¹	
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	set-15	Presente	0

As desconformidades por chumbo, presentes no triênio 2010-2012 nos pontos de Nova Canaã Paulista – BA0077P e Santana da Ponte Pensa – BA0277P não se repetiram no presente triênio.

Os parâmetros crômio e coliformes totais foram aqueles que apresentaram maior número de resultados acima dos valores máximos permitidos. As séries históricas dos oito pontos que apresentaram desconformidades de crômio podem ser visualizadas nos gráficos 5.15.1 a 5.15.8.

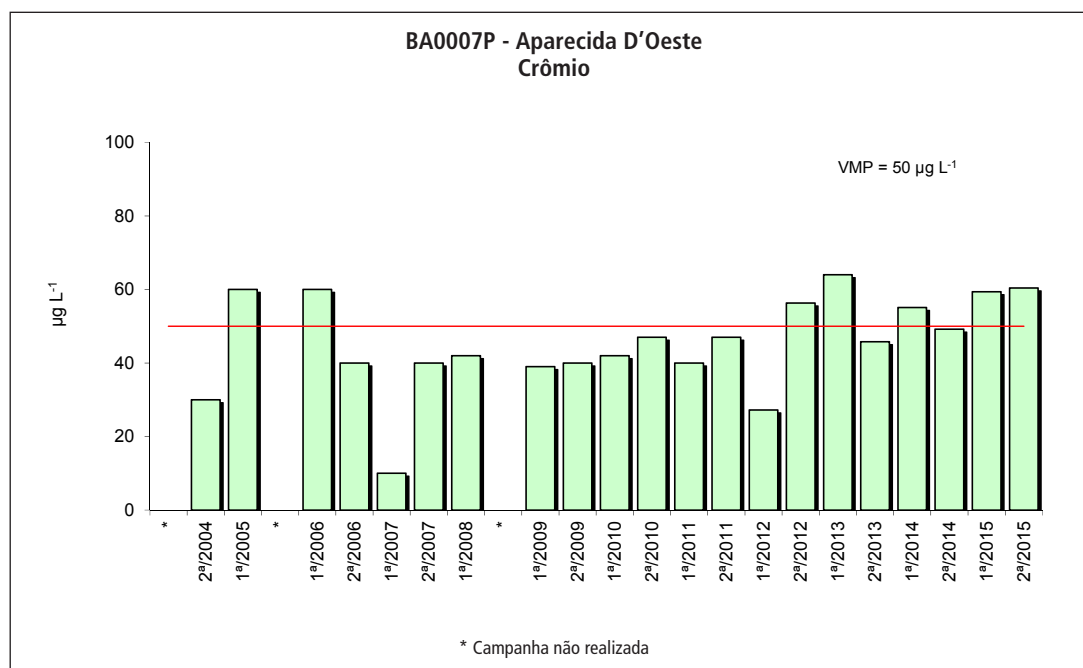
Gráfico 5.15.1 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0007P – Aparecida d'Oeste, Aquífero Bauru.

Gráfico 5.15.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0059P – Jales, Aquífero Bauru.

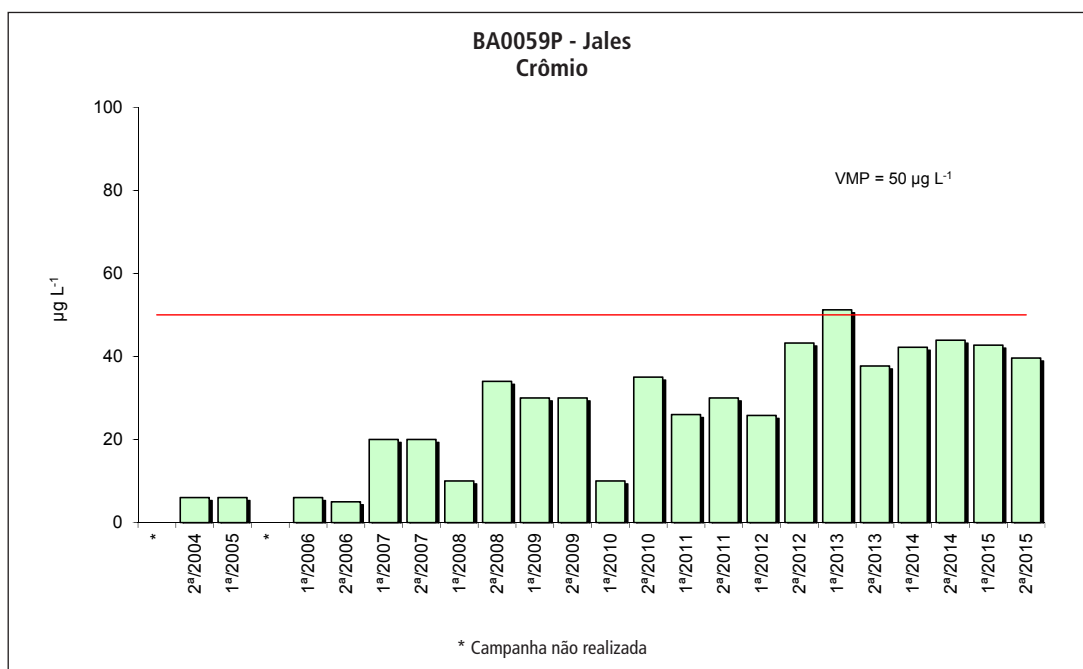


Gráfico 5.15.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0325P – Pontalinda, Aquífero Bauru.

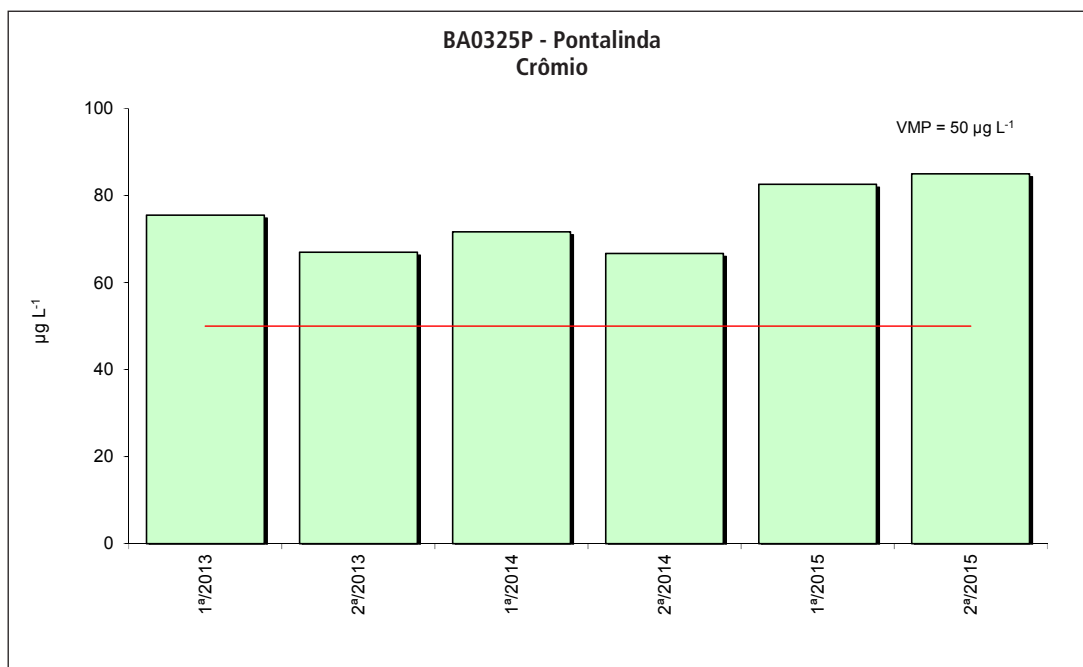


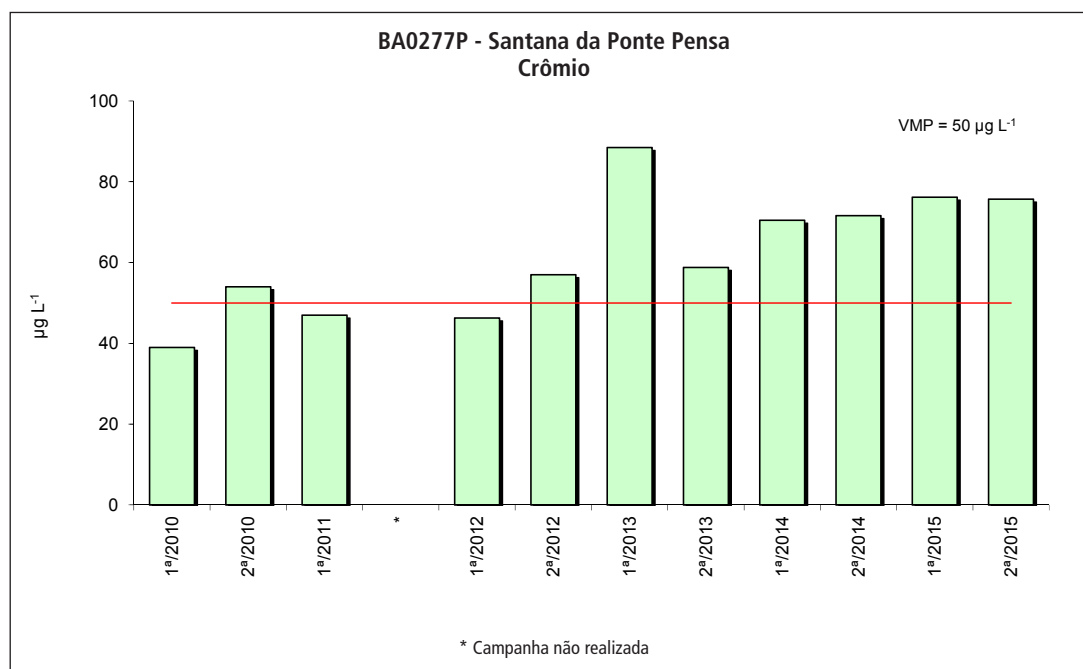
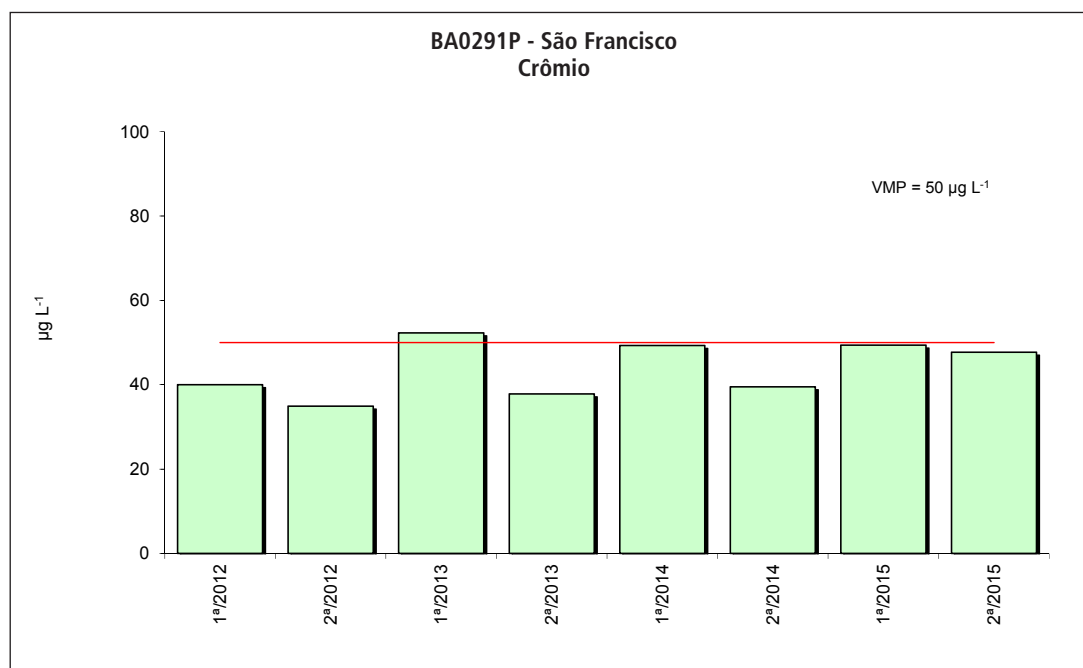
Gráfico 5.15.4 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0277P – Santana da Ponte Pensa, Aquífero Bauru.**Gráfico 5.15.5** – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0291P – São Francisco, Aquífero Bauru.

Gráfico 5.15.6 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0125P – São João das Duas Pontes, Aquífero Bauru.

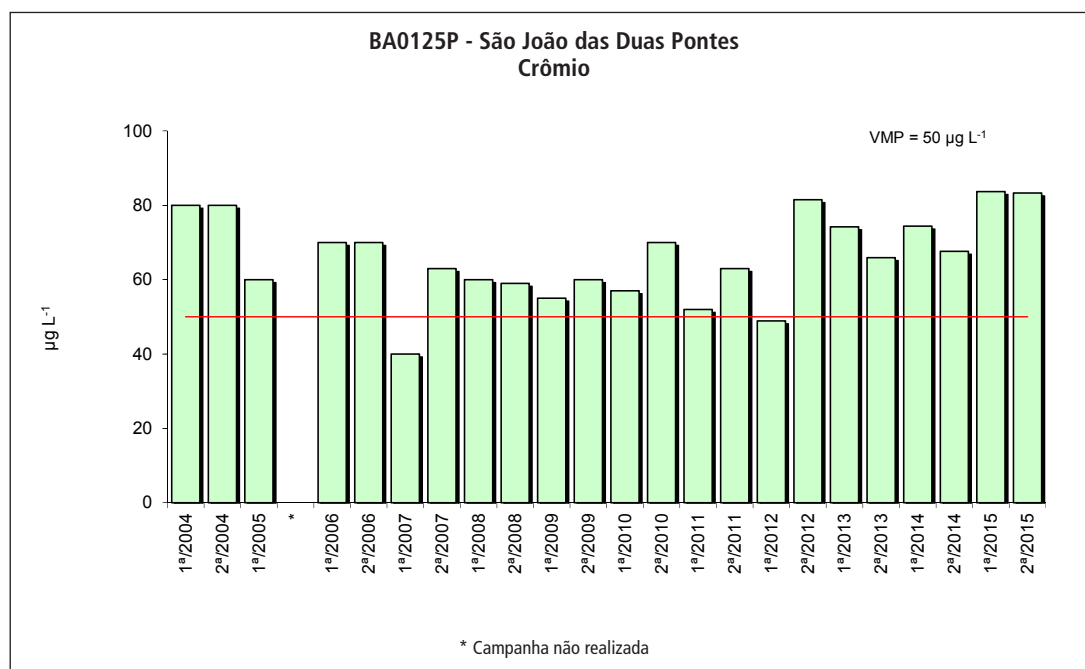


Gráfico 5.15.7 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0026P – Dirce Reis, Aquífero Bauru.

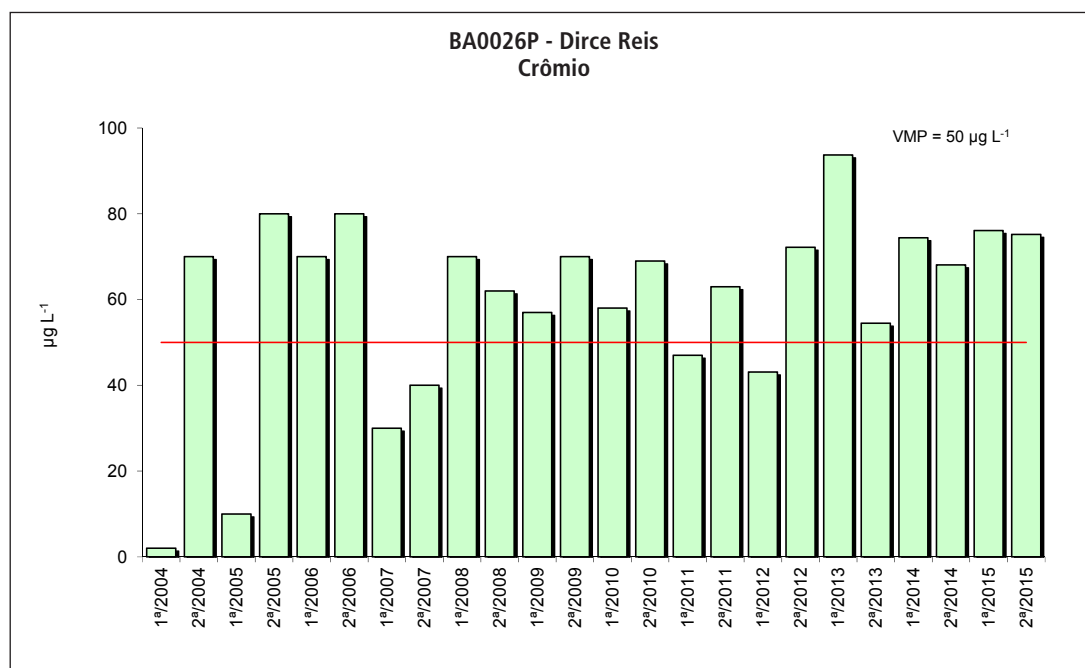
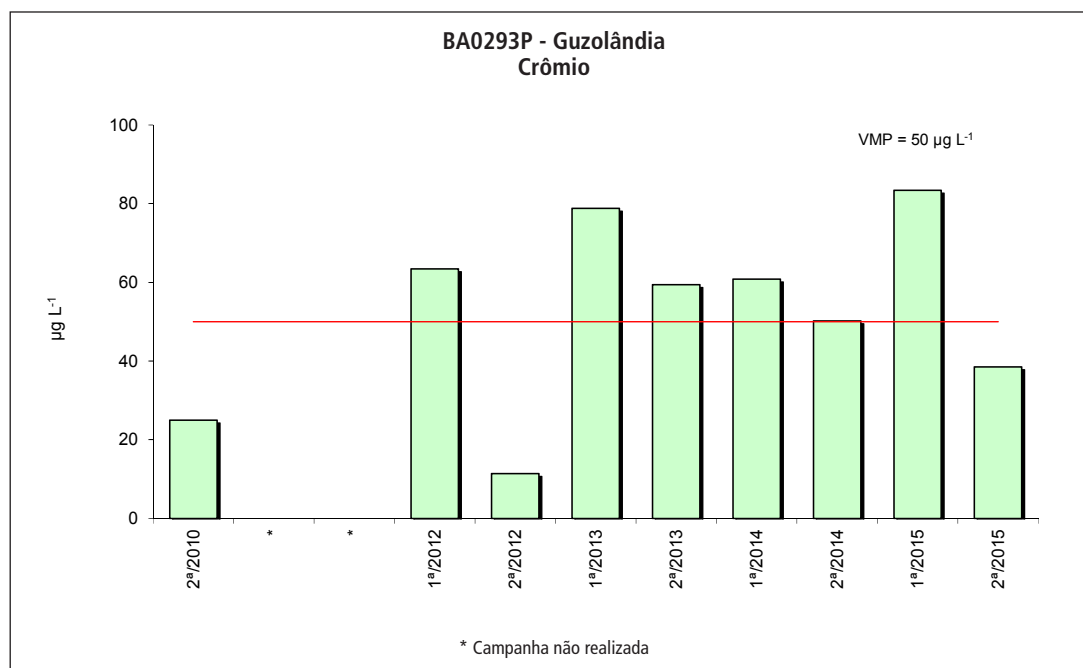


Gráfico 5.15.8 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0293P – Guzolândia, Aquífero Bauru.

Os pontos de Dirce Reis - BA0026P e Guzolândia - BA0293P, apresentam historicamente concentrações de Crômio acima do VMP. Neste triênio, também apresentaram concentrações de Nitrato acima do VMP no ano de 2015 (Gráficos 5.15.9 e 5.15.10).

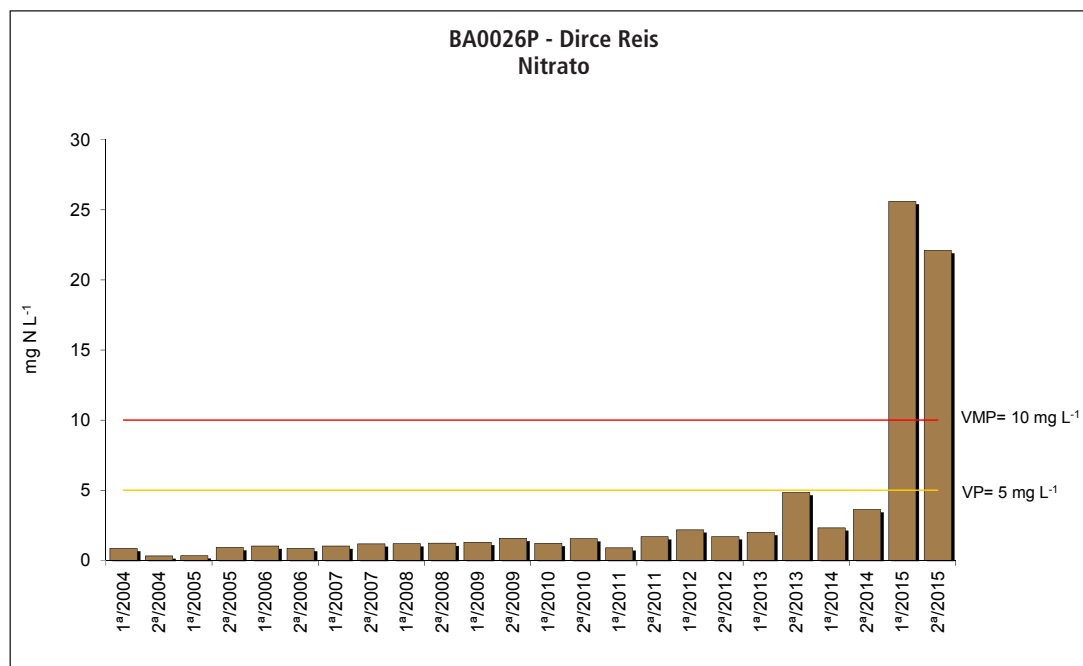
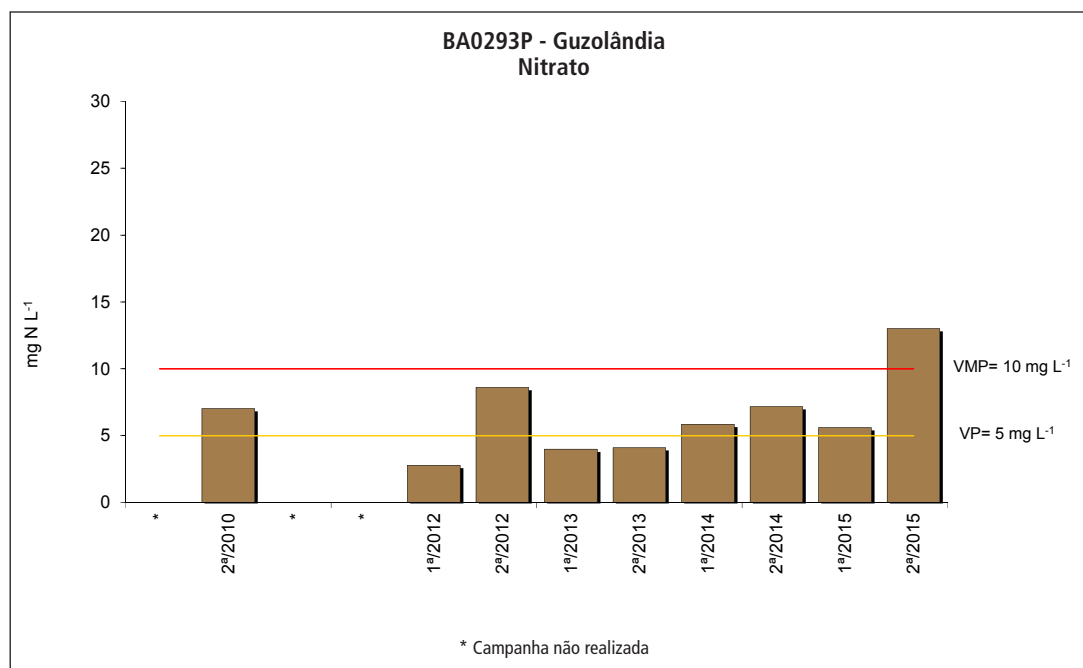
Gráfico 5.15.9 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0026P – Dirce Reis, Aquífero Bauru.

Gráfico 5.15.10 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0046P – Guzolândia, Aquífero Bauru.

A evolução das concentrações de nitrato nos últimos 14 anos para o Aquífero Bauru, realizada por meio da mediana e 3º quartil mostra um acréscimo entre 2000 e 2010 e atualmente observa-se uma tendência de estabilização da mediana, além de um leve incremento no percentil 75 (Gráfico 5.15.11). Essa tendência de aumento se deve a ampliação de poços com resultados acima do VMP (Gráfico 5.15.12).

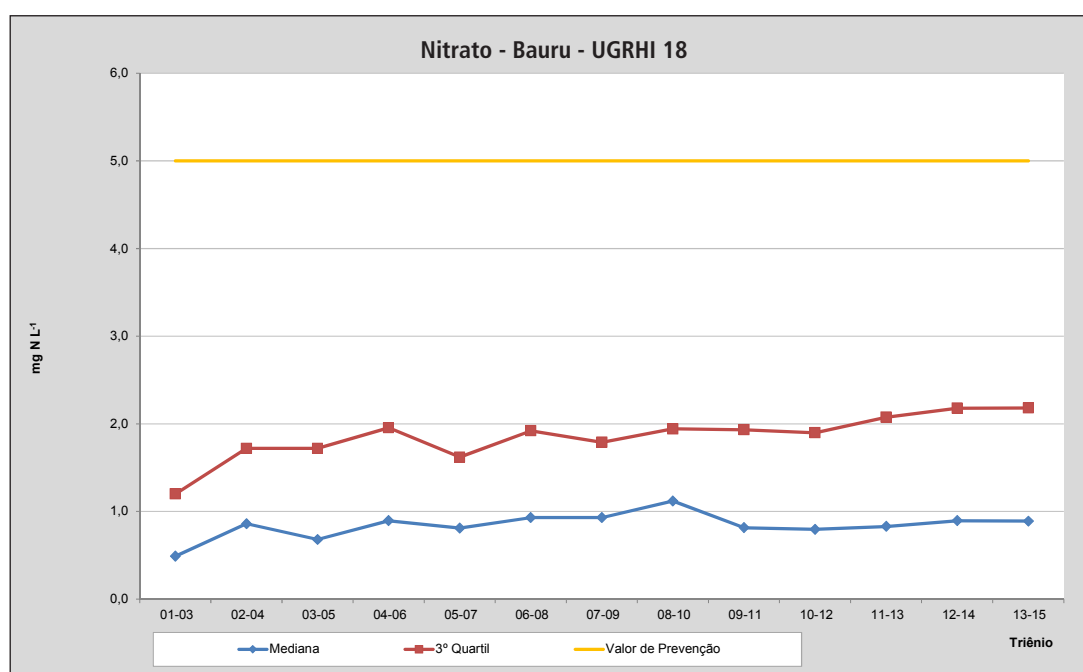
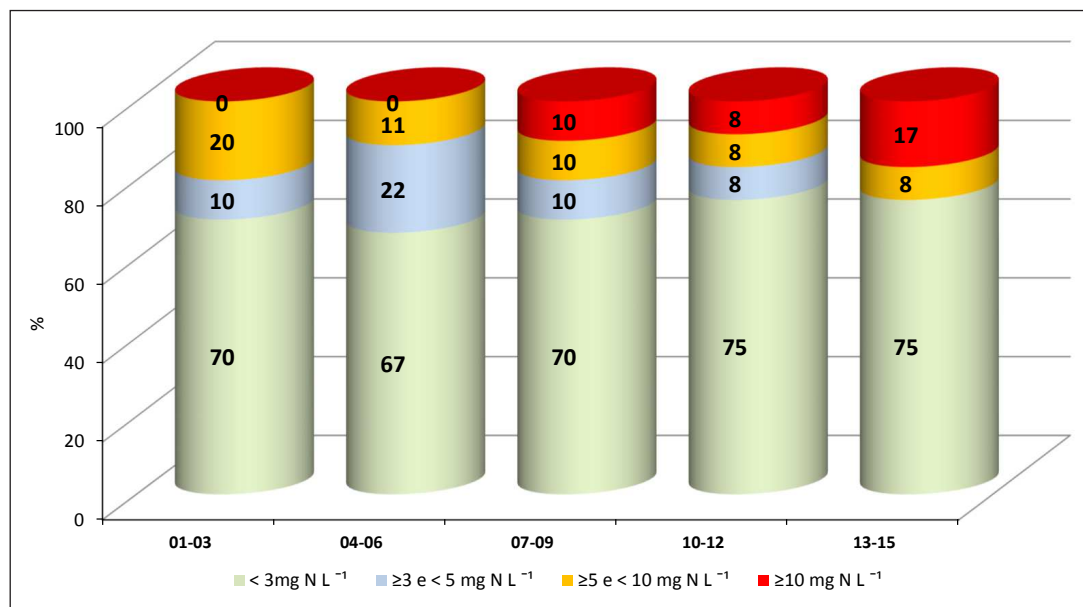
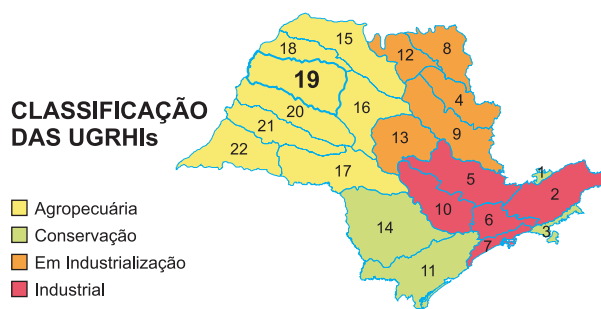
Gráfico 5.15.11 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 18.

Gráfico 5.15.12 – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 18.



O poço de Sebastianópolis - SG0281P, que explora água do Serra Geral apresentou teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano definido na Resolução CONAMA nº 396/08 (50 µg L⁻¹), nas seis campanhas realizadas (95,8 µg L⁻¹ a 139 µg L⁻¹); já o ponto de Aparecida D'Oeste – BA0007P apresentou a concentração de 53,2 µg L⁻¹ na primeira campanha de 2013.

5.16 UGRHI 19 – Baixo Tietê



Nessa UGRHI, composta por 42 municípios, vive 1,8% da população do Estado, sendo que 92% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Na maioria dos municípios, o abastecimento público de água é totalmente realizado por meio de captação de águas subterrâneas e estas são responsáveis pelo abastecimento de 61% da população. As demais características estão descritas na Tabela 5.16.1.

Tabela 5.16.1 – Características da UGRHI 19 – Baixo Tietê.

Municípios (42)	Alto Alegre; Andradina; Araçatuba; Avanhandava; Barbosa; Bento de Abreu; Bilac; Birigui; Braúna; Brejo Alegre; Buritama; Castilho; Coroados; Gastão Vidigal; Glicério; Guaraçai; Guararapes; Itapura; José Bonifácio; Lavinia; Lourdes; Macauba; Magda; Mirandópolis; Monções; Murutinga do Sul; Nipoã; Nova Castilho; Nova Luzitânia; Penápolis; Pereira Barreto; Planalto; Poloni; Promissão; Rubiácea; Santo Antonio do Aracanguá; Sud Mennucci; Turiúba; Ubarana; União Paulista; Valparaíso; Zacarias.		
População (IBGE, projeção 2015)	807.010 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	8,98	1,50	16,7
Área de drenagem	15.588 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Tietê, desde a barragem da Usina Hidrelétrica de Promissão até sua foz no rio Paraná. Rio Paraná, desde a barragem de Ilha Solteira até a ilha denominada Ilha Comprida. Rio Água Fria, Rio das Oficinas, Ribeirão Santa Bárbara, Ribeirão dos Ferreiros, Ribeirão Mato Grosso, Rio dos Patos, Ribeirão Lajeado, Córrego dos Baixotes e Ribeirão Bagaçu. Reservatórios: Nova Avanhandava e Três Irmãos no rio Tietê; Jupia, no rio Paraná.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	90	89	
Principais atividades econômicas	A base da economia regional é a agropecuária, com destaque para a comercialização de bovinos. Configura-se como fronteira de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Estado. Na agroindústria destacam-se indústrias sucroalcooleiras, frigoríficas, calçadista, de massas, de polpas de frutas, de processamento de leite em pó, de curtimento de couro, de desidratação de ovos.		
Vegetação remanescente	Cerca de 5,5% da área total dessa UGRHI é coberta com fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, um dos menores índices com remanescentes de vegetação natural do Estado de São Paulo.		

Os quinze pontos de monitoramento utilizados pela Rede CETESB nessa UGRHI são poços tubulares que captam água do Aquífero Bauru e Serra Geral, com a finalidade de abastecimento público. A Tabela 5.16.2 apresenta as características e a Figura 5.16.1, a localização dos pontos de monitoramento.

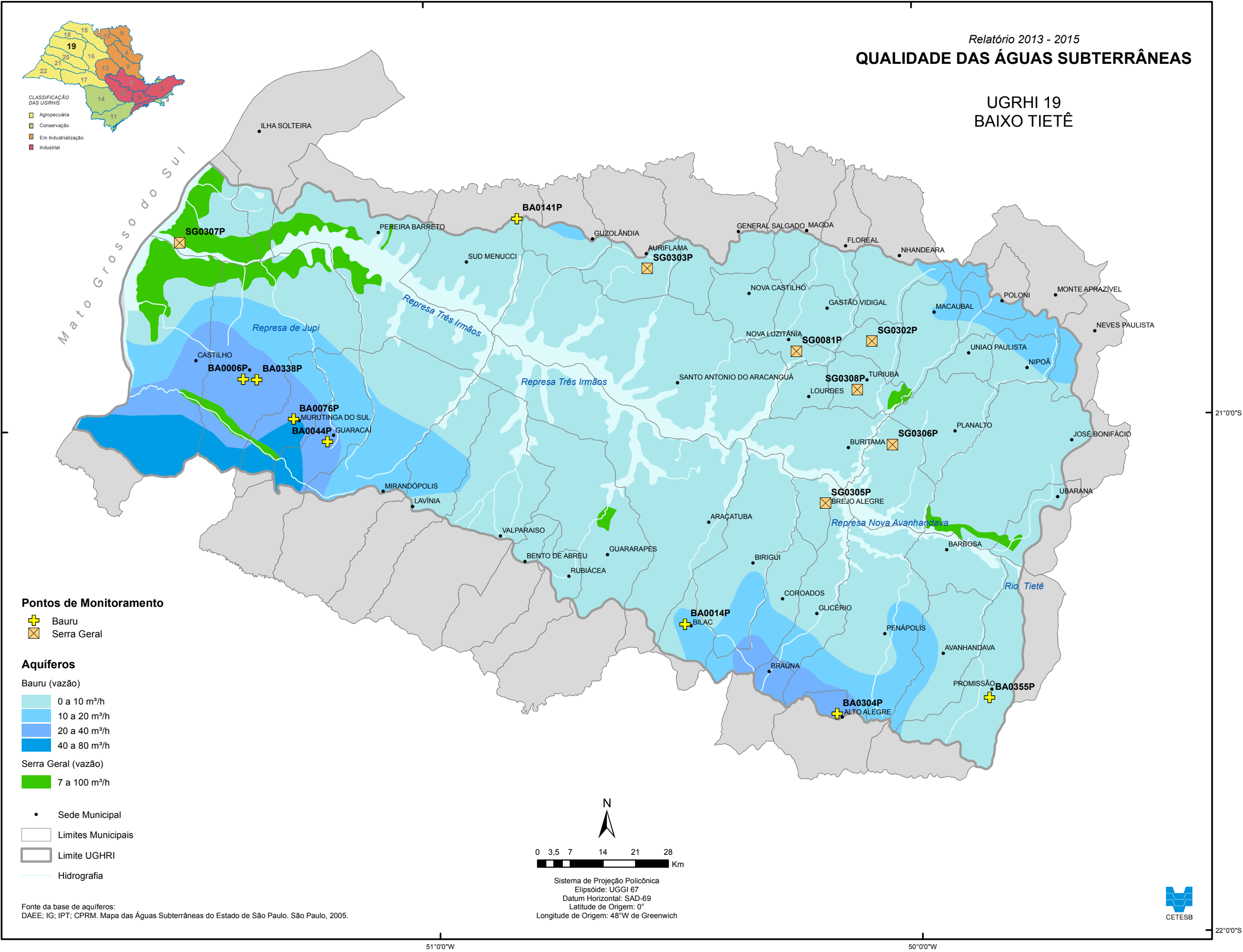
A UGRHI 19 foi a que teve o maior incremento de pontos novos nesse triênio: SG0303P – Auriflama, BA0304P - Alto Alegre, SG0305P - Brejo Alegre, SG0306P – Zacarias, SG0307P – Itapura e SG0308P – Turiúba, em 2013; BA0338P - Andradina em 2014 e BA0355P – Promissão em 2015.

Tabela 5.16.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 19 – Baixo Tietê.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Alto Alegre	BA0304P	P4 - Sabesp	Bauru	43 a 161	2	21° 34' 25"	50° 10' 14"
Andradina	BA0006P	P6 - DAE	Bauru	54 a 102	26	20° 54' 28"	51° 23' 00"
Andradina	BA0338P	P28 Distrito Industrial - DAE	Bauru	53 a 96	34	20°54' 34"	51° 21' 20"
Auriflama	SG0303P	P12 - Sabesp	Serra Geral	138 a 251	46	20° 42' 31"	50° 32' 54"
Bilac	BA0014P	P7 - PM	Bauru	26 a 122	22	21° 23' 47"	50° 28' 57"
Brejo Alegre	SG0305P	P1 - Sabesp	Serra Geral	39 a 210	45	21° 10' 00"	50° 11' 19"
Guaraçai	BA0044P	P6 - PM	Bauru	56 a 166	52	21° 01' 55"	51° 12' 46"
Itapura	SG0307P	P2 Posto de Saúde - SAAE	Serra Geral	17 a 83	*	20° 38' 30"	51° 30' 29"
Monções	SG0302P	P1 – Sabesp	Serra Geral	70 a 203	67	20° 51' 17"	50° 05' 18"
Murutinga do Sul	BA0076P	P5 - PM	Bauru	35 a 130	15	20° 59' 13"	51° 16' 53"
Nova Luzitânia	SG0081P	P7 - Sabesp	Serra Geral	9 a 220	5	20° 52' 20"	50°14' 39"
Promissão	BA0355P	P1 ETA - SAAE	Bauru	60 a 130	70	21° 32' 47"	49° 51' 20"
Sud Mennucci	BA0141P	P2 - Sabesp	Bauru	67 a 152	37	20° 36' 28"	50° 48' 53"
Turiúba	SG0308P	P1 - Sabesp	Serra Geral	85 a 186	70	20° 56' 53"	50° 07' 12"
Zacarias	SG0306P	P1 - Sabesp	Serra Geral	28 a 115	44	21° 03' 18"	50° 02' 57"

* s. d. - sem dados

Figura 5.16.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 19 – Baixo Tietê.



As Tabela 5.16.3 e 5.16.4 apresentam as desconformidades para o Aquífero Bauru e Serra Geral na UGRHI 19. O ponto que apresentou o maior número de parâmetros com resultados acima do valor máximo permitido foi o poço localizado em Auriflama – SG0303P, incluído na rede em 2013.

Tabela 5.16.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 19 – Baixo Tietê.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Andradina	BA0006P	Arsênio	10 $\mu\text{g L}^{-1}$	abr-15	10,6 $\mu\text{g L}^{-1}$	0
		Nitrogênio Nitrato	10 mg L^{-1}	abr-13	16 mg L^{-1}	6
				out-13	20 mg L^{-1}	
				abr-15	19 mg L^{-1}	
				out-15	22 mg L^{-1}	
Murutinga do Sul	BA0076P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-13	Presente	1
Sud Menucci	BA0141P	Crômio	50 $\mu\text{g L}^{-1}$	abr-13	57,2 $\mu\text{g L}^{-1}$	5
				out-13	54,2 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				abr-14	58,2 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				out-14	66,8 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				abr-15	78,4 $\mu\text{g L}^{-1}$	
				out-15	70,0 $\mu\text{g L}^{-1}$	

Tabela 5.16.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 19 – Baixo Tietê.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Auriflama	SG0303P	Ferro	300 $\mu\text{g L}^{-1}$	set-14	1111 $\mu\text{g L}^{-1}$	Ponto novo
		Fluoreto	1,5 mg L^{-1}	abr-13	2,00 mg L^{-1}	
				set-13	2,08 mg L^{-1}	
				abr-14	1,92 mg L^{-1}	
				set-14	1,87 mg L^{-1}	
				abr-15	1,90 mg L^{-1}	
				out-15	2,20 mg L^{-1}	
		Sódio	200 mg L^{-1}	abr-13	224 mg L^{-1}	
				set-13	233 mg L^{-1}	
				abr-14	239 mg L^{-1}	
				abr-15	225 mg L^{-1}	
		Sulfato	250 mg L^{-1}	abr-13	263 mg L^{-1}	
				out-15	287 mg L^{-1}	
Nova Luzitânia	SG0081P	Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL^{-1}	abr-13	1800 UFC mL^{-1}	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	abr-13	Presente	0

As séries históricas para as substâncias desconformes podem ser visualizadas nos gráficos 5.16.1 a 5.16.5. As concentrações de cromo no poço de Sud Menucci apresentaram incremento a partir de 2011.

Gráfico 5.16.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0141P – Sud Menucci, Aquífero Bauru.

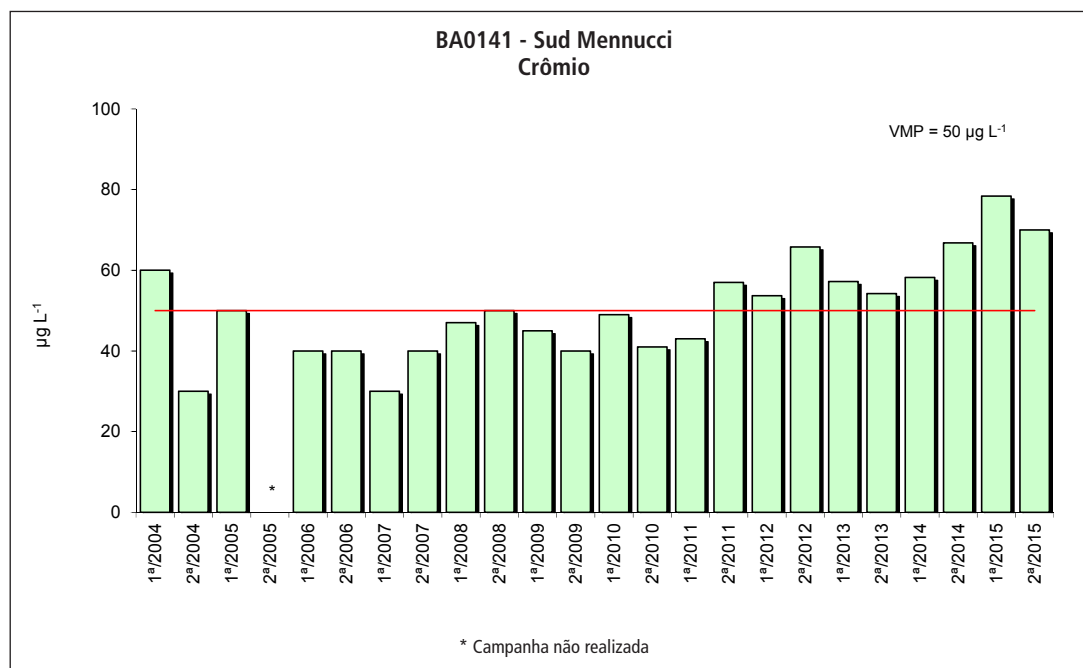


Gráfico 5.16.2 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto SG0303P – Auriflama, Aquífero Serra Geral.

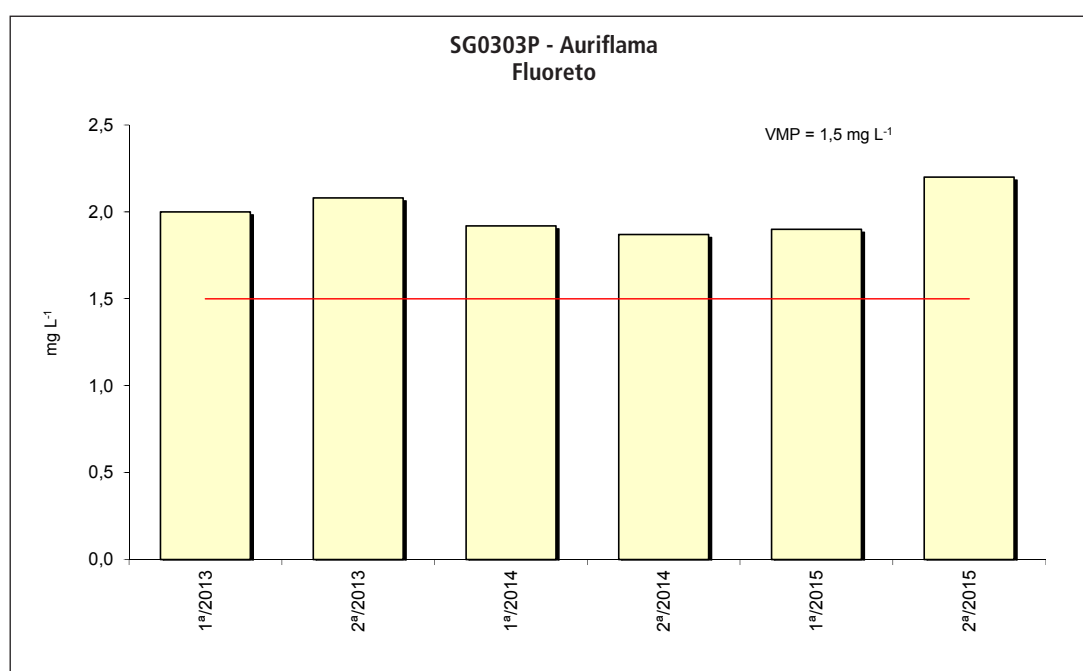


Gráfico 5.16.3 – Série histórica das concentrações de sódio no ponto SG0303P – Auriflama, Aquífero Serra Geral.

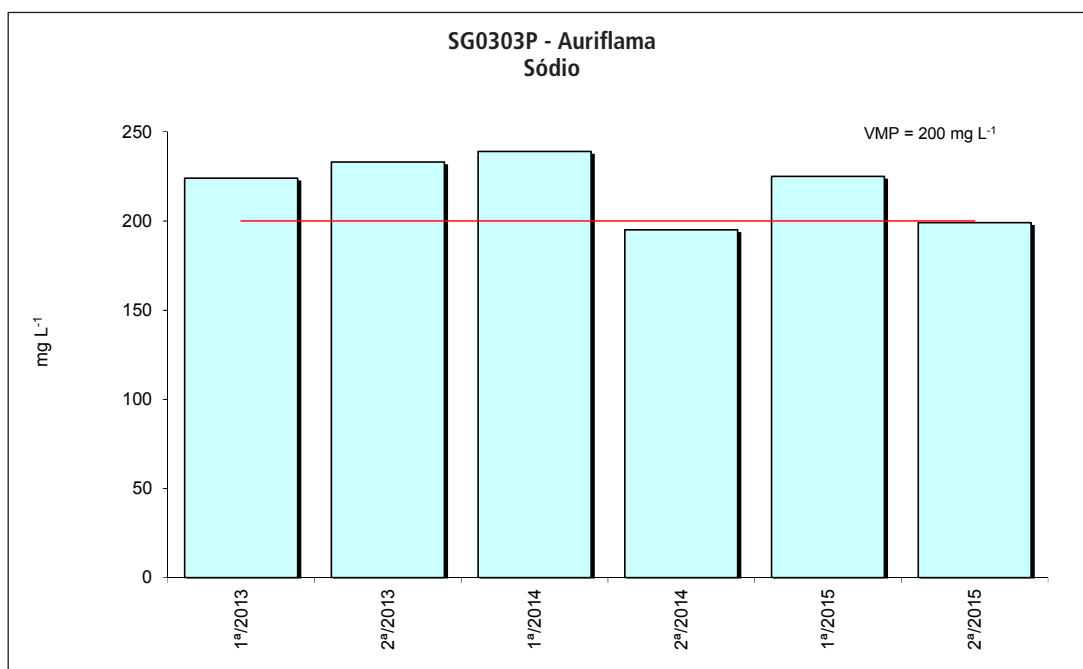


Gráfico 5.16.4 – Série histórica das concentrações de sulfato no ponto SG0303P – Auriflama, Aquífero Serra Geral.

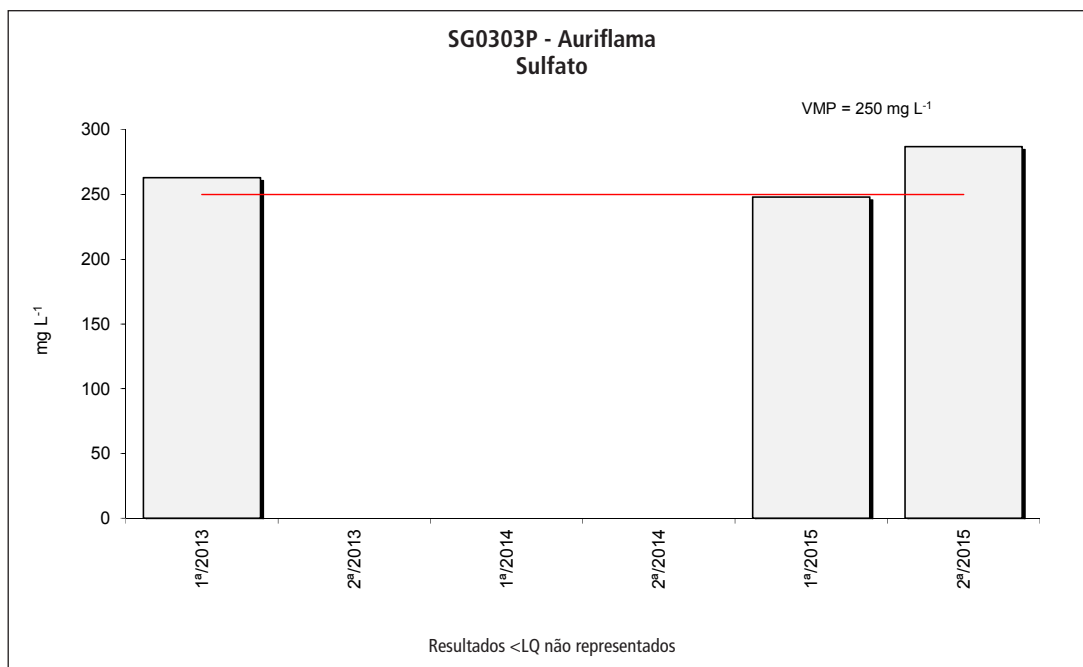
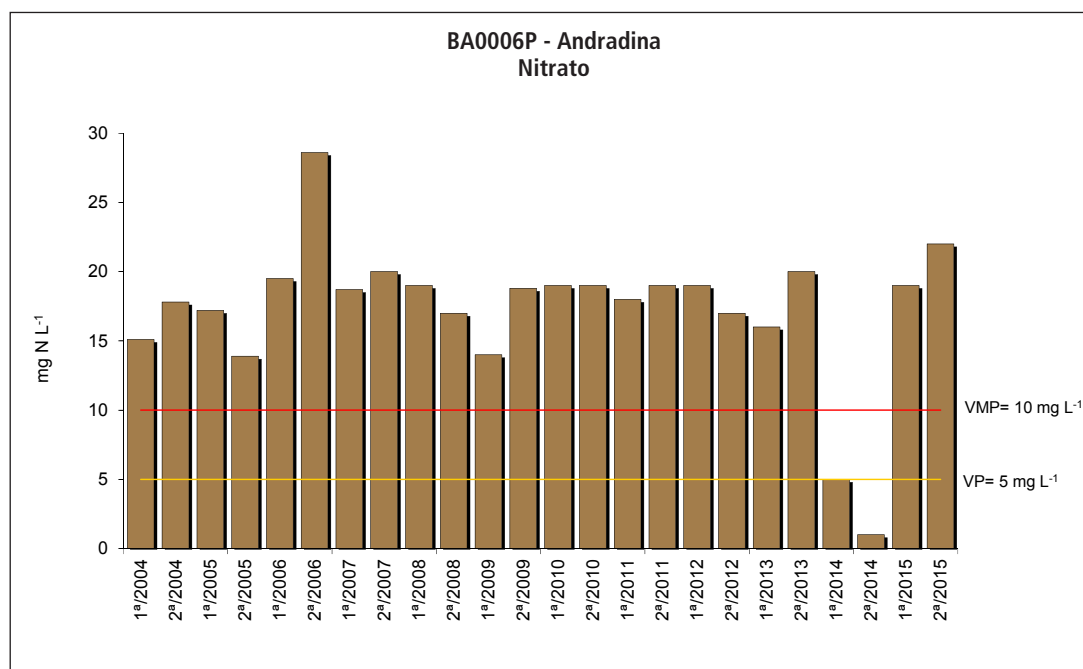


Gráfico 5.16.5 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0006P – Andradina, Aquífero Bauru.

As concentrações de nitrato acima dos valores de prevenção (5 mg N L^{-1}) observadas no triênio anterior no poço BA0076P de Murutinga do Sul não se repetiram, observando-se apenas uma ultrapassagem do VP nesse triênio. O poço BA0006P de Andradina, que historicamente apresenta concentrações acima do VMP para esse parâmetro ao longo das campanhas, em 2014 apresentou concentrações abaixo de 10 mg N L^{-1} .

A evolução das concentrações de nitrato nos últimos 14 anos para o Aquífero Bauru, realizada por meio da mediana e 3º quartil (Gráfico 5.16.6) mostra que, desde 1998, o 3º quartil é superior ao valor de prevenção e ocorrendo uma tendência de reversão desse quadro a partir de 2012. Essa redução está relacionada à diminuição dos poços com resultados acima do VP e do VMP (gráfico 5.16.7).

Gráfico 5.16.6 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 19.

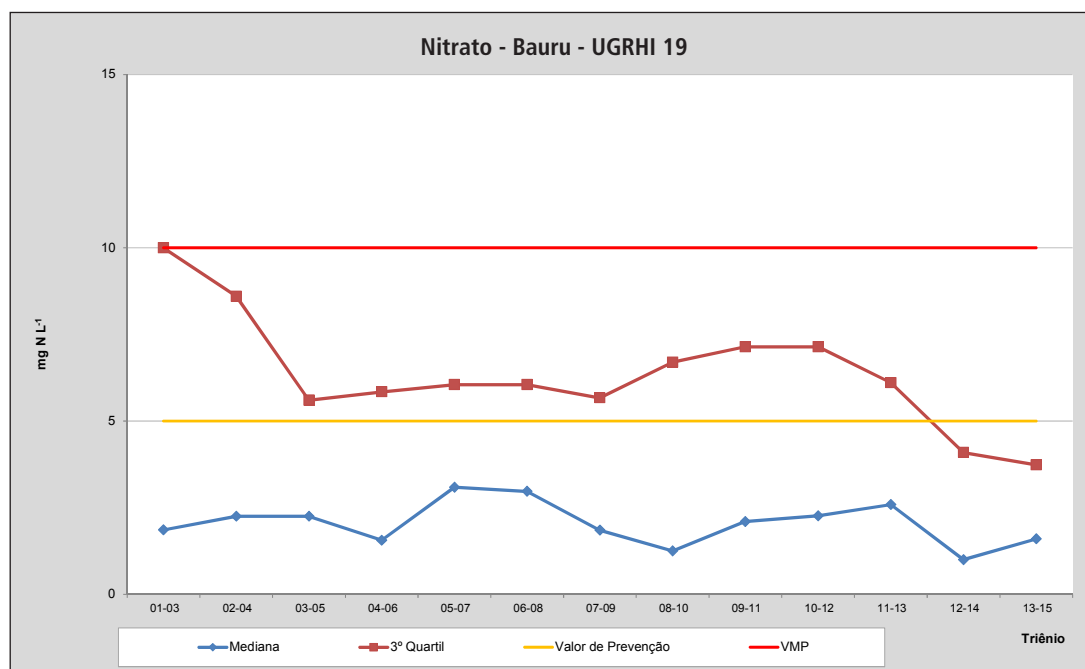
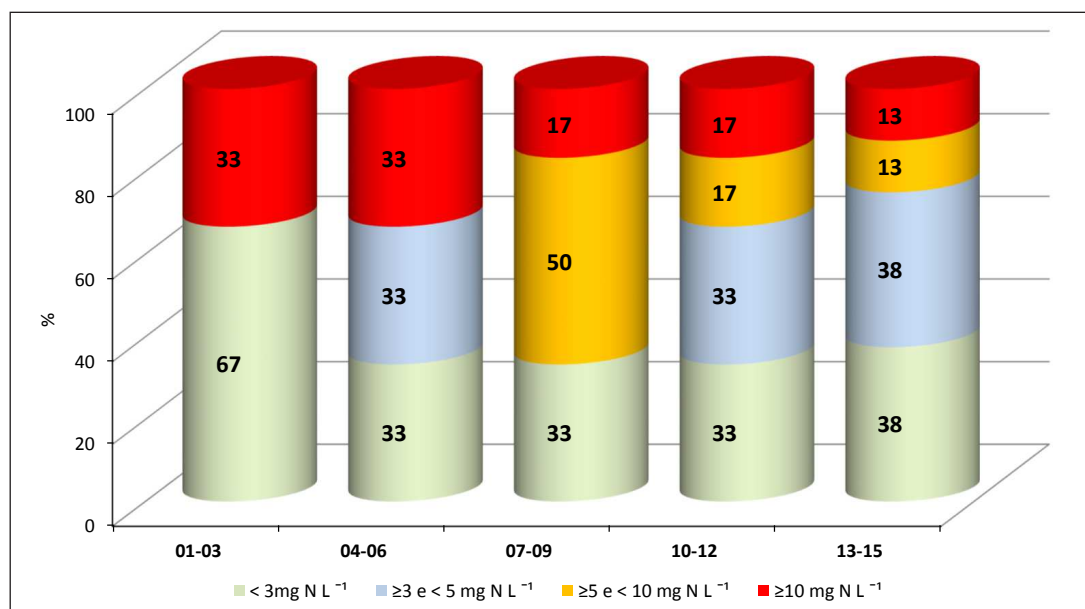
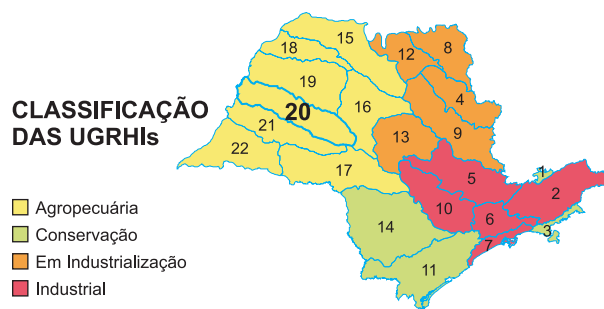


Gráfico 5.16.7 – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 19.



Os poços de Auriflama – SG0303P, Zacarias – SG0306P e Turiúba – SG0308P, todos do Aquífero Serra Geral, apresentaram concentrações de vanádio acima do valor para consumo humano definido na Resolução CONAMA nº 396/08 (50 µg L⁻¹), em todas as campanhas, variando entre 68,4 a 149 µg L⁻¹.

5.17 UGRHI 20 – Aguapeí



Essa UGRHI é composta por 32 municípios, equivalente a 0,9% da população paulista, com 89% dos habitantes concentrados em áreas urbanas. Na UGRHI, 85% dos municípios utilizam exclusivamente o recurso hídrico subterrâneo para abastecimento público de água, que responde pelo abastecimento de 323.000 pessoas. As demais características da UGRHI estão descritas na Tabela 5.17.1.

Tabela 5.17.1 – Características da UGRHI 20 – Aguapeí.

Municípios (32)	Álvaro de Carvalho; Arco Íris; Clementina; Dracena; Gabriel Monteiro; Garça; Getulina; Guaimbê; Herculândia; Iacri; Júlio Mesquita; Lucélia; Luiziânia; Monte Castelo; Nova Guataporanga; Nova Independência; Pacaembu; Panorama; Parapuã; Paulicéia; Piacatu; Pompéia; Queiroz; Quintana; Rinópolis; Salmourão; Santa Mercedes; Santópolis do Aguapeí; São João do Pau d'Alho; Tupã; Tupi Paulista; Vera Cruz.		
População (IBGE, projeção 2015)	383.271 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	13,0	1,95	15
Área de drenagem	13.196 km²		
Principais rios e reservatórios	Rios Aguapeí (ou Feio), Paraná, Tibiriçás, Caingangue, Ribeirões Aguapeí-Mirim, Feio ou Lajeado, Iacri, Sapé e Claro.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	87%	86%	
Principais atividades econômicas	Predomina a atividade agropecuária com destaque para a expressiva área de pastagens, além das culturas de milho, cana-de-açúcar, café e amendoim. No setor mineral, destaca-se a extração de areia e de argila, esta última para abastecer as olarias.		
Vegetação remanescente	Apresenta 7% de sua área total com remanescentes, que se apresentam em geral bastante fragmentados, da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/Arbustiva em região de várzea.		

Nessa UGRHI a Rede de monitoramento possui quinze pontos, todos poços tubulares com finalidade de abastecimento público localizados nos aquíferos Bauru, Serra Geral e Guarani. As características e localização desses pontos estão na Tabela 5.17.2 e na Figura 5.17.1.

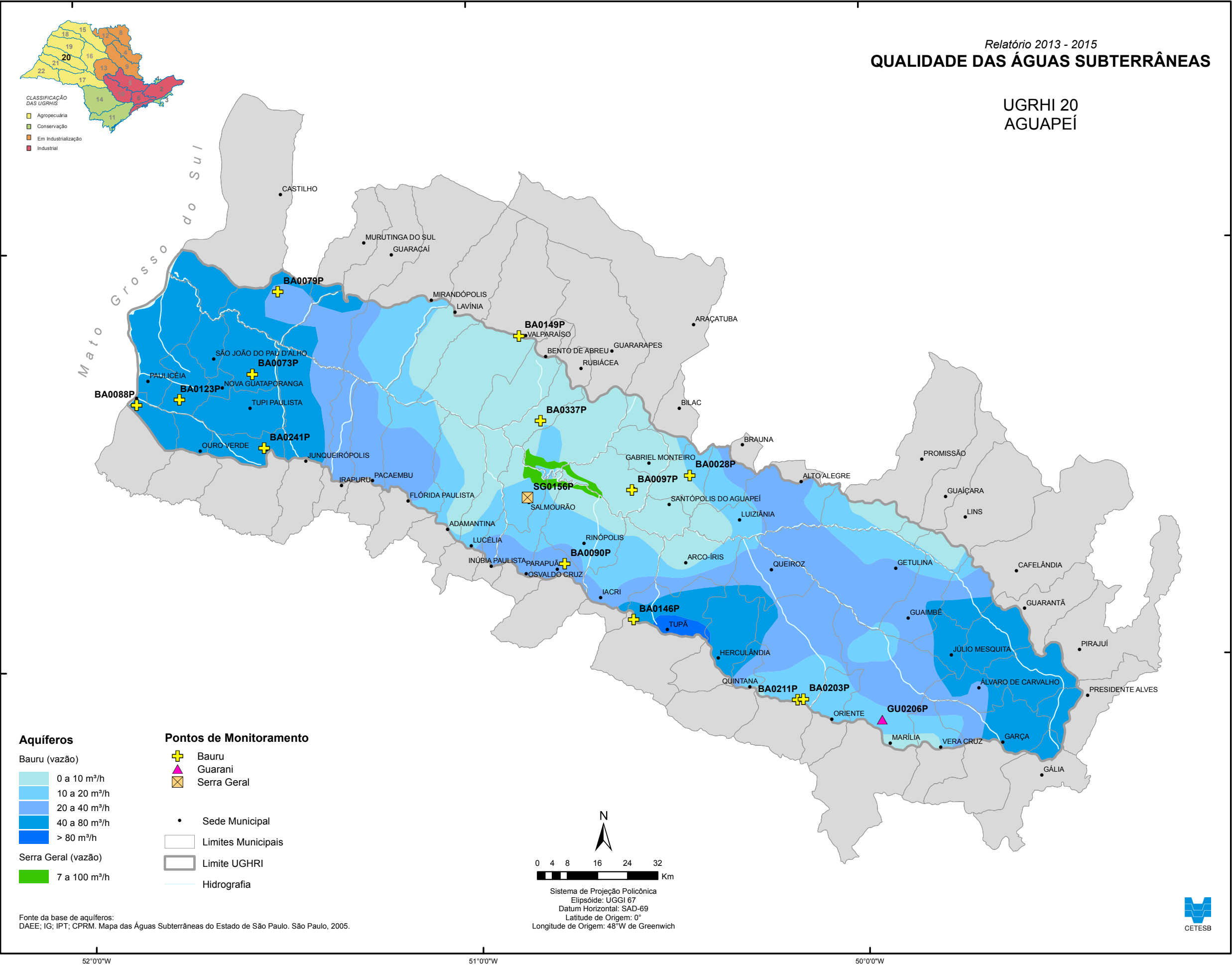
A Rede de Monitoramento de Qualidade foi acrescida do ponto BA0337P no município de Rubiácea, em 2014.

Tabela 5.17.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 20 – Aguapeí.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Clementina	BA0028P	P4 - DAEE	Bauru	22 a 84	33	21° 33' 39"	50° 26' 46"
Dracena	BA0241P	P01 - DAEE	Bauru	110 a 206	59	21° 28' 36"	51° 32' 10"
Marília	GU0206P	P3 Santa Antonieta - DAEM	Guarani	*	*	22° 09' 11"	49° 57' 36"
Monte Castelo	BA0073P	P Reservatório - PM	Bauru	32 a 98	17	21° 17' 56"	51° 33' 44"
Nova Independência	BA0079P	P26 - PM	Bauru	32 a 86	7	21° 06' 09"	51° 29' 34"
Panorama	BA0088P	P Av. K - DAEE	Bauru	64 a 100	42	21° 22' 01"	51° 51' 38"
Parapuã	BA0090P	P5 - Sabesp	Bauru	55 a 173	22	21° 46' 05"	50° 46' 15"
Piacatu	BA0097P	P4 - Sabesp	Bauru	88 a 142	14	21° 35' 39"	50° 35' 42"
Pompéia	BA0203P	P1 - SAAE	Bauru	52 a 233	134	22° 06' 04"	50° 09' 44"
Pompéia	BA0211P	P Caixa d'Água - SAAE	Bauru	*	*	22° 06' 10"	50° 10' 38"
Rubiácea	BA0337P	P2 Dist. Caramuru - Sabesp	Bauru	23 a 119	4	21°25' 26"	50°49' 35"
Salmourão	SG0156P	P6 - Sabesp	Serra Geral	110 a 200	95	21° 36' 26"	50° 51' 48"
Santa Mercedes	BA0123P	P1 - Sabesp	Bauru	82 a 153	27	21° 21' 21"	51° 45' 01"
Tupã	BA0146P	P1 - Sabesp	Bauru	38 a 114	10	21° 54' 16"	50° 35' 47"
Valparaíso	BA0149P	P42 - DAEE	Bauru	66 a 166	30	21° 13' 12"	50° 52' 40"

* s. d. - sem dados

Figura 5.17.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 20 – Aguapeí.



As Tabelas 5.17.3 e 5.17.4 apresentam as desconformidades para o Aquífero Bauru e Serra Geral. Nessa UGRHI as maiores desconformidades ocorreram no Aquífero Bauru devido a contaminação por nitrato, indicador de alteração da qualidade das águas decorrente das atividades antrópicas. Os poços de Clementina – BA028P, Parapuã – BA090P, Tupã – BA0146P e Valparaíso – BA0149P, todos do Aquífero Bauru, vêm historicamente apresentando concentrações elevadas dessa substância.

Tabela 5.17.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 20 – Aguapeí.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Clementina	BA0028P	Nitrogênio Nitrato	10 mg L ⁻¹	set-15	11 mg L ⁻¹	0
Panorama	BA0088P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	mar-15	Presente	0
Parapuã	BA0090P	Bário	700 µg L ⁻¹	set-13	711 µg L ⁻¹	0
		Nitrogênio Nitrato	10 mg L ⁻¹	set-15	12 mg L ⁻¹	1
Pompéia	BA0203P	Ferro	300 µg L ⁻¹	mar-14	1213 µg L ⁻¹	0
				set-14	798 µg L ⁻¹	
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	mar-14	710 UFC mL ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	mar-14	Presente	0
Pompéia	BA0211P	Bário	700 µg L ⁻¹	mar-13	845 µg L ⁻¹	3
				mar-14	1118 µg L ⁻¹	
				set-14	930 µg L ⁻¹	
				mar-15	830 µg L ⁻¹	
				set-15	910 µg L ⁻¹	
Valparaíso	BA0149P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-13	59,4 µg L ⁻¹	1
				out-14	64,9 µg L ⁻¹	
				abr-15	98,1 µg L ⁻¹	
				out-15	61,6 µg L ⁻¹	
		Ferro	300 µg L ⁻¹	abr-15	1138 µg L ⁻¹	0
		Bactérias Heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	abr-15	1200 UFC mL ⁻¹	0
		Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	out-14	Presente	1
				abr-15	Presente	

Tabela 5.17.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 20 – Aguapeí.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Salmourão	SG0156P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-15	52,0 µg L ⁻¹	0

Os Gráficos 5.17.1 a 5.17.6 apresentam as séries históricas dos poços com desconformidades para bário, crômio e nitrato.

Gráfico 5.17.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0211P – Pompéia, no Aquífero Bauru.

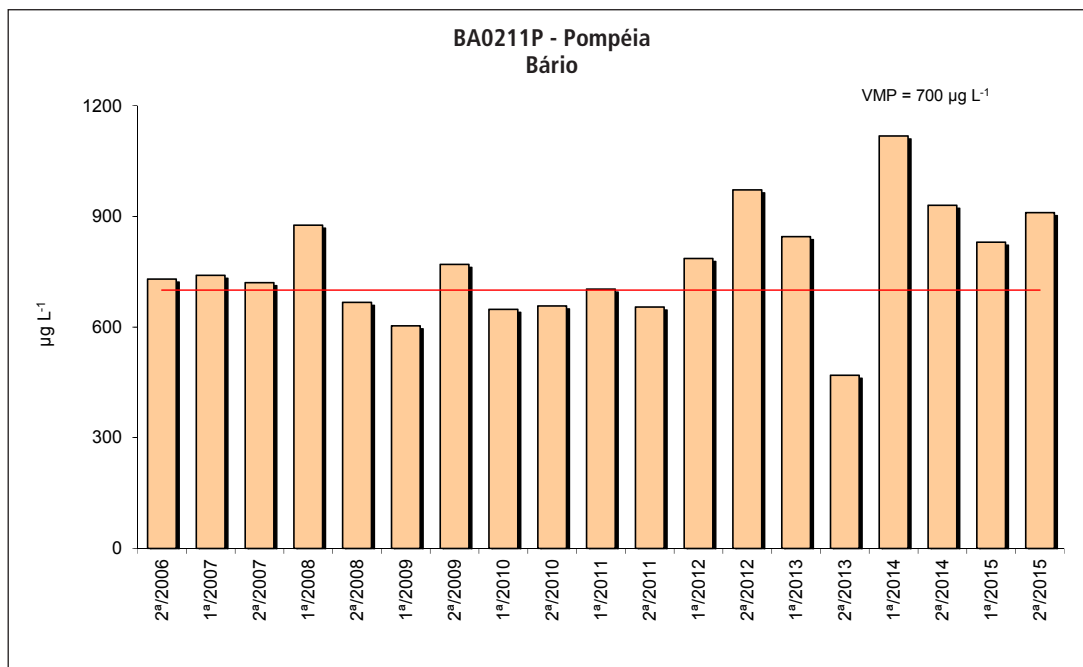


Gráfico 5.17.2 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru.

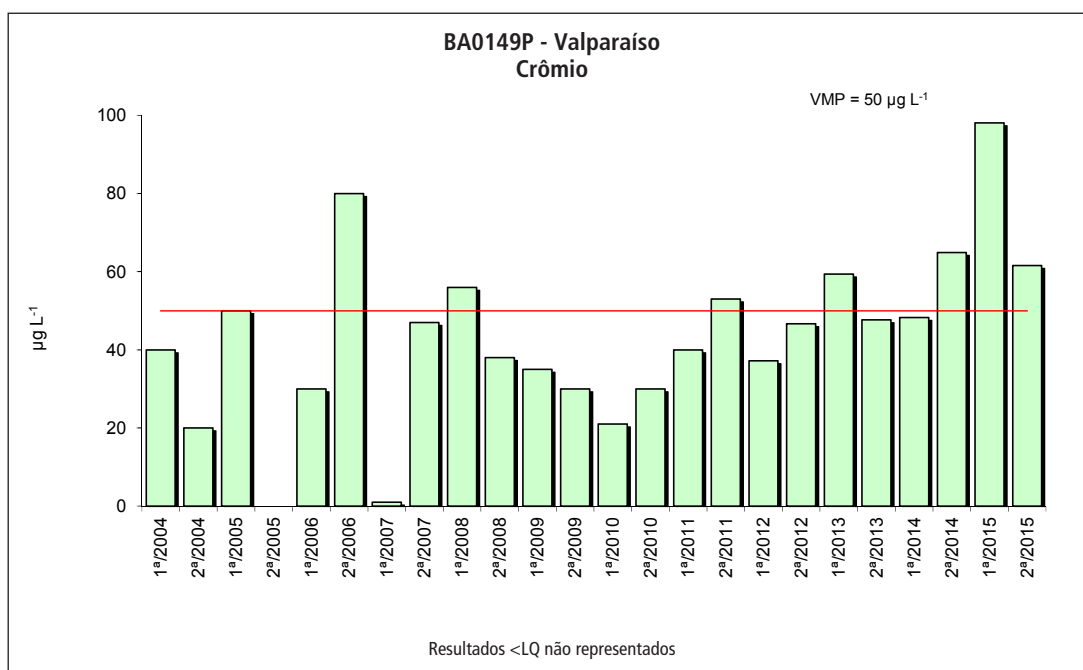


Gráfico 5.17.3 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru.

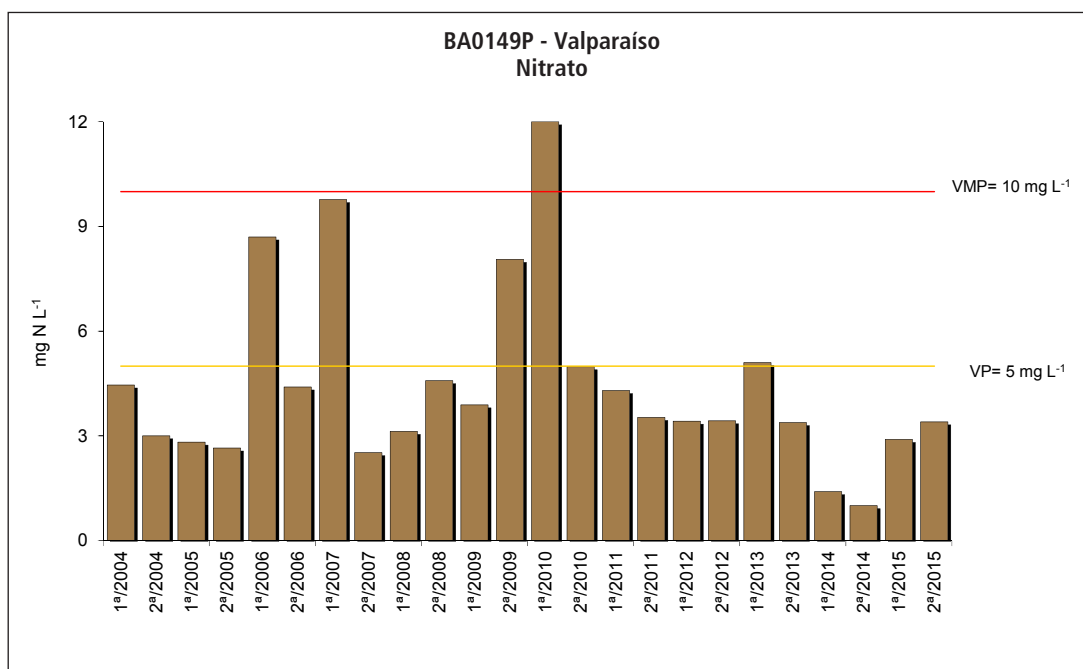


Gráfico 5.17.4 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA028P – Clementina, Aquífero Bauru.

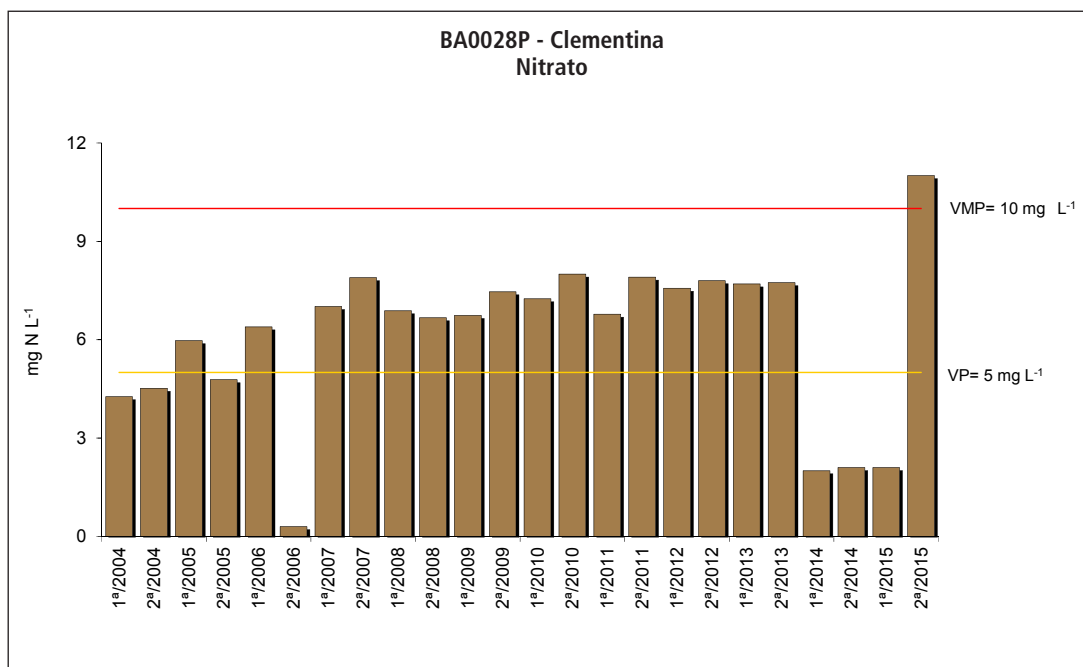
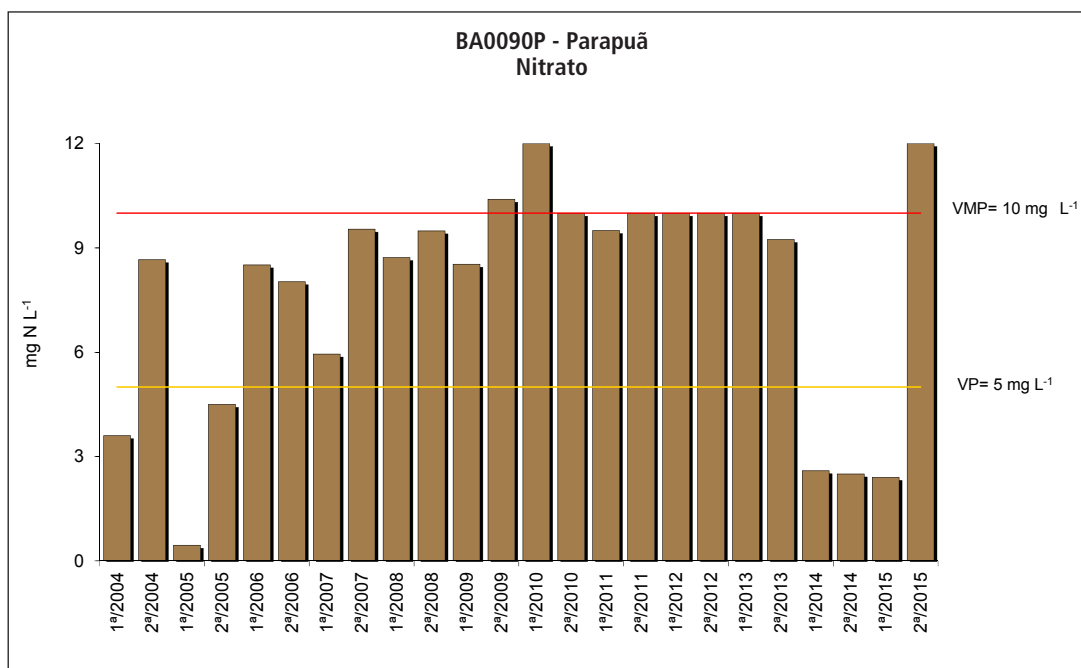
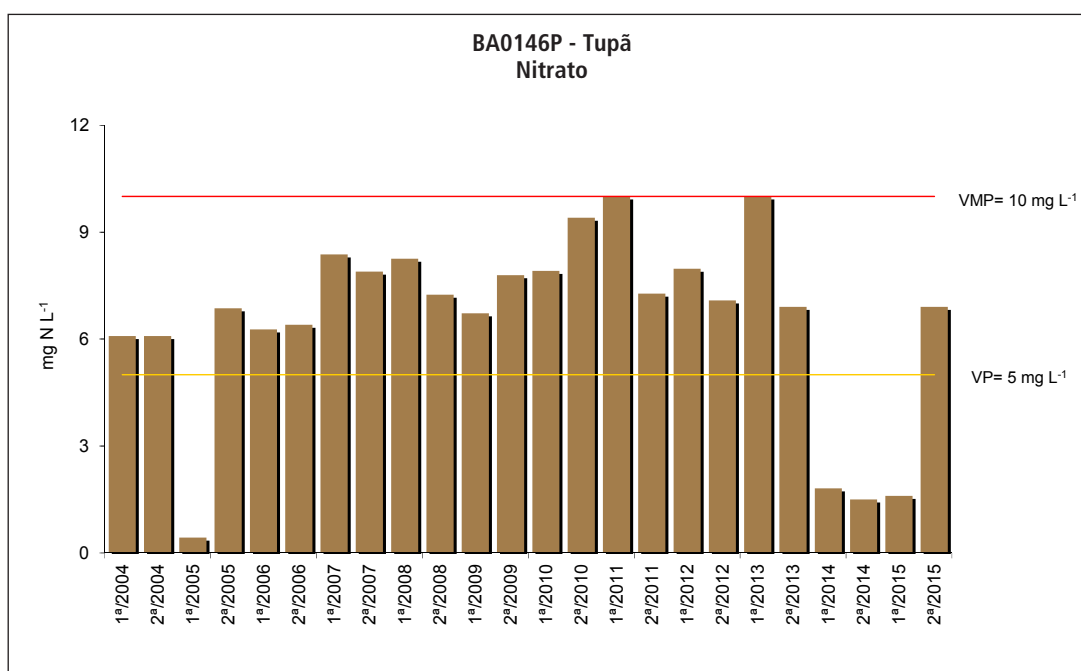


Gráfico 5.17.5 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0090P – Parapuã, Aquífero Bauru.**Gráfico 5.17.6** – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0146P – Tupã, Aquífero Bauru.

A evolução das concentrações de nitrato nos últimos 14 anos (Gráfico 5.17.7) mostra que entre 2003 e 2010 a mediana e o 3º quartil foram superiores ao valor de prevenção (5 mg N L⁻¹) e, a partir de 2012, houve uma leve tendência de reversão desse quadro, chegando a valores inferiores ao VP. O percentual de poços com concentrações de nitrato acima do VMP também reduziu de 2013 a 2015 (Gráfico 5.17.8).

Gráfico 5.17.7 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 20 – Aguapeí.

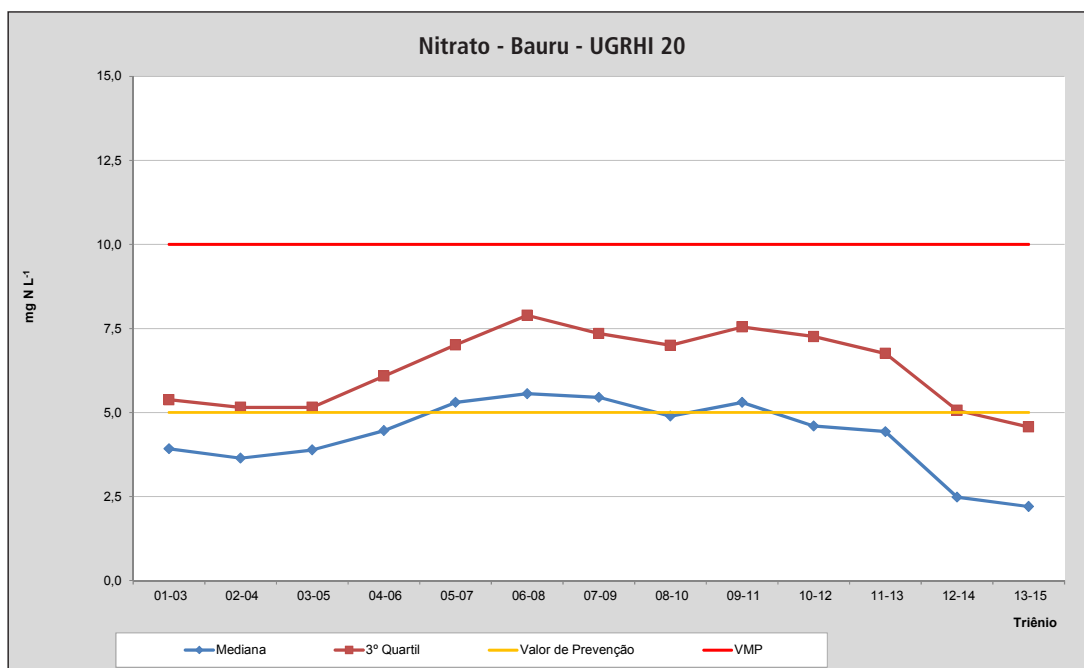
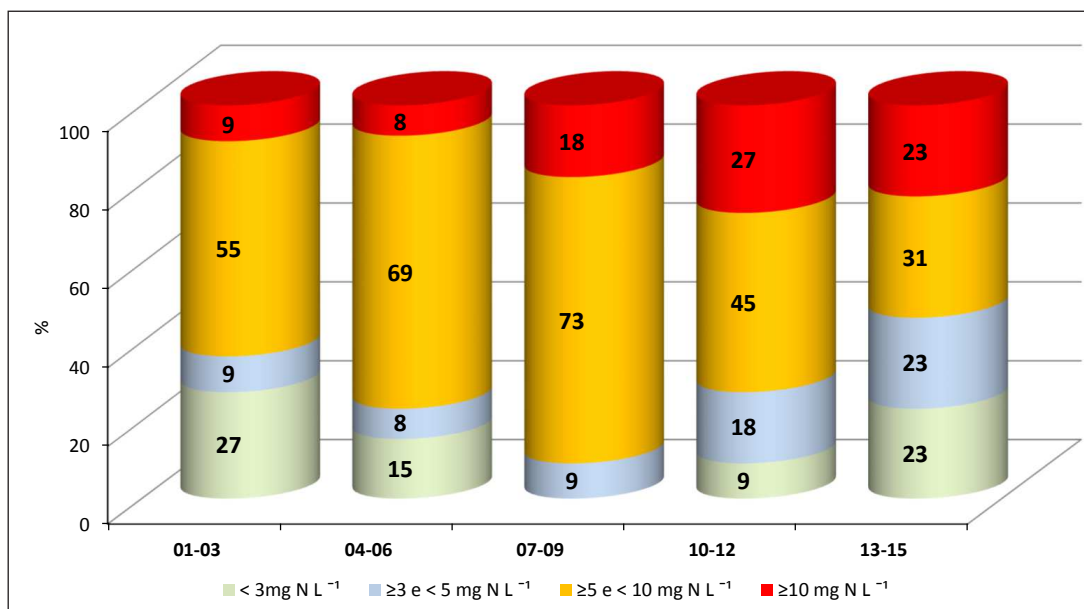
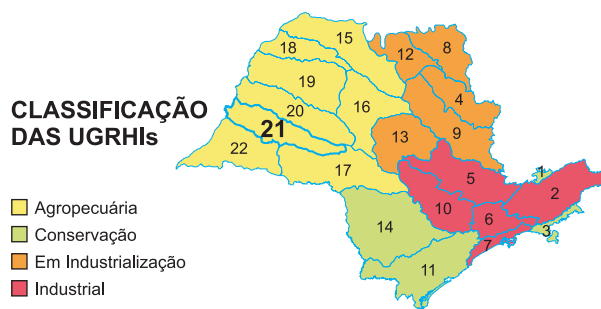


Gráfico 5.17.8 – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 20.



Como no triênio passado, o poço SG0156P – Salmourão, que explora água do Serra Geral, apresentou teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/08 (50 µg L⁻¹), com valores variando entre 95,9 µg L⁻¹ a 112 µg L⁻¹.

5.18 UGRHI 21 – Peixe



Nessa UGRHI, composta por 26 municípios, vive aproximadamente 1% da população do Estado, sendo que 91% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Em 96% dos municípios o abastecimento público de água é totalmente realizado por meio de captação de águas subterrâneas, para um total de 322.547 habitantes. As demais características estão descritas na Tabela 5.18.1.

Tabela 5.18.1 – Características da UGRHI 21 – Peixe.

Municípios (26)	Adamantina; Alfredo Marcondes; Álvares Machado; Bastos; Borá; Caiabu; Emilianópolis; Flora Rica; Flórida Paulista; Indiana; Inúbia Paulista; Irapuru; Junqueirópolis; Lutécia; Mariápolis; Marília; Martinópolis; Oriente; Oscar Bressane; Osvaldo Cruz; Ouro Verde; Piquerobi; Pracinha; Ribeirão dos Índios; Sagres; Santo Expedito.		
População (IBGE, projeção 2015)	486.249 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Guarani		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	8,96	0,86	9,6
Área de drenagem	10.769 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio do Peixe, formado pela confluência de vários rios, córregos e ribeirões e Reservatório de Quatiara.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	81	44	
Principais atividades econômicas	Caracteriza-se pelo predomínio de pastagens, além da presença de cana-de-açúcar e amendoim. A atividade agroindustrial pode ser verificada pela presença de usinas de açúcar e álcool, curtumes, além de indústrias ramo de produtos alimentícios no município de Marília. Merece destaque a avicultura de postura no município de Bastos.		
Vegetação remanescente	Remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/Arbustiva em região de várzea extremamente fragmentados cobrem 7% da área da UGRHI		

Os dezesseis pontos utilizados no monitoramento desse triênio na UGRHI são poços tubulares que captam água do Aquífero Bauru e do Aquífero Guarani e têm a finalidade de abastecimento público. A Tabela 5.18.2 apresenta às características e a Figura 5.18.1, a localização dos pontos de monitoramento.

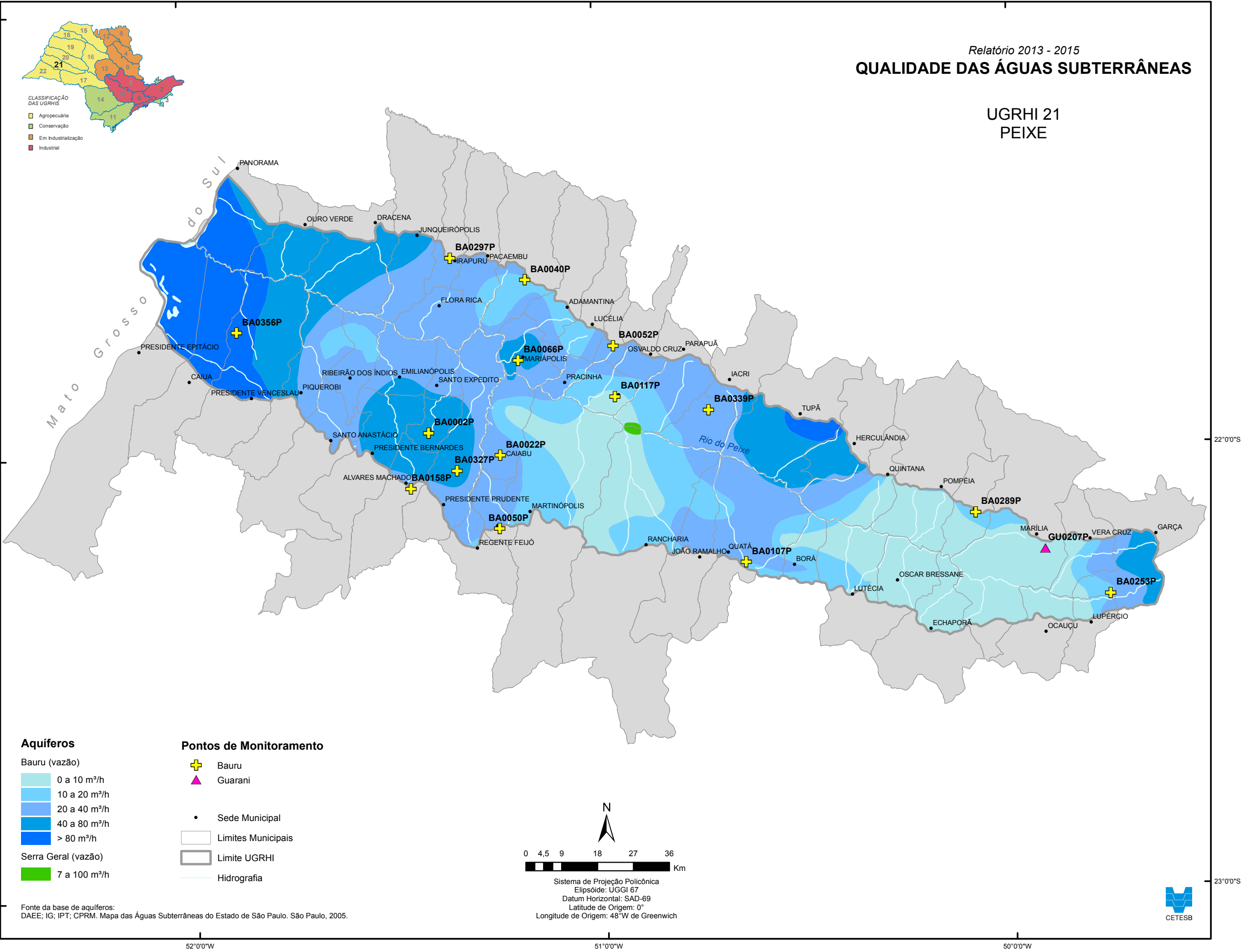
Nesse triênio a Rede incorporou dois novos pontos no Aquífero Bauru, localizados em Bastos – BA0339P e Caiuá – BA0356P, em 2014 e 2015, respectivamente.

Tabela 5.18.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 21 – Peixe.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Alfredo Marcondes	BA0002P	P3 - Sabesp	Bauru	84 a 192	52	21° 57' 29"	51° 24' 44"
Álvares Machado	BA0158P	P10 - Sabesp	Bauru	70 a 252	79	22°04' 58"	51° 27' 32"
Bastos	BA0339P	Cooperativa Avícola	Bauru	48 a 60	21	21° 55' 03"	50° 43' 56"
Caiabu	BA0022P	P2 - Sabesp	Bauru	85 a 185	45	22° 00' 41"	51° 14' 23"
Caiuá	BA0356P	P Assentamento São Camilo Lote 13	Bauru	60 a 124	54	21° 43' 17"	51° 52' 21"
Flórida Paulista	BA0040P	P7 - Sabesp	Bauru	81 a 195	14	21° 36' 58"	51° 10' 18"
Indiana	BA0050P	P4 - PM	Bauru	*	25	22° 10' 39"	51° 14' 41"
Inúbia Paulista	BA0052P	P4 - Sabesp	Bauru	70 a 204	42	21° 46' 07"	50° 57' 39"
Irapuru	BA0297P	P1 - PM	Bauru	114 a 194	*	21°33'49"	51°21'08"
Lupércio	BA0253P	P1 - Sabesp	Bauru	57 a 272	122	22° 22' 40"	49° 45' 41"
Mariápolis	BA0066P	P2 - Sabesp	Bauru	94 a 220	35	21° 47' 52"	51° 11' 32"
Marília	GU0207P	P Bairro Marajó - DAEM	Guarani	*	*	22° 14' 29"	49° 55' 09"
Oriente	BA0289P	P13 - Sabesp	Bauru	122 a 259	134	22°09'29"	50°05'15"
Presidente Prudente	BA0327P	P3 Montalvão - Sabesp	Bauru	77 a 156	72	22° 02' 39"	51° 20' 45"
Quatá	BA0107P	P Ind. Açucareira Fazenda Quatá	Bauru	35 a 108	30	22° 15' 48"	50° 38' 50"
Sagres	BA0117P	P2 - Sabesp	Bauru	33 a 132	39	21° 53' 01"	50° 57' 30"

* s. d. - sem dados

Figura 5.18.1 – Localização dos pontos de monitoramento na UGRHI 21 – Peixe.



A Tabela 5.18.3 apresenta as desconformidades para o Aquífero Bauru, nessa UGRHI. Os resultados obtidos pelo monitoramento não apresentam diferenças significantes, relativamente aos resultados publicados nos triênios anteriores. As concentrações acima dos valores máximos permitidos ocorreram para três substâncias, cromo (3 poços), nitrato (2 poços) e bário (1 poço)

Tabela 5.18.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 21 – Peixe.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Alfredo Marcondes	BA0002P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-13	96,9 µg L ⁻¹	6
				set-13	74,9 µg L ⁻¹	
				mar-14	75,5 µg L ⁻¹	
				set-14	93,5 µg L ⁻¹	
				mar-15	108 µg L ⁻¹	
				set-15	98,4 µg L ⁻¹	
Alvares Machado	BA0158P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-13	87,3 µg L ⁻¹	6
				set-13	66,7 µg L ⁻¹	
				mar-14	73,7 µg L ⁻¹	
				set-14	84,3 µg L ⁻¹	
				mar-15	89,7 µg L ⁻¹	
				set-15	86,2 µg L ⁻¹	
Caiabu	BA0022P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-13	94,7 µg L ⁻¹	6
				set-13	65,3 µg L ⁻¹	
				mar-14	66,6 µg L ⁻¹	
				set-14	79,8 µg L ⁻¹	
				mar-15	99,5 µg L ⁻¹	
				set-15	86,6 µg L ⁻¹	
Flórida Paulista	BA0040P	Crômio	50 µg L ⁻¹	set-14	59,1 µg L ⁻¹	1
				set-15	66,6 µg L ⁻¹	
		Nitrogênio Nitrato	10 mg L ⁻¹	mar-13	11,0 mg L ⁻¹	0
				set-13	11,2 mg L ⁻¹	
Inúbia Paulista	BA0052P	Nitrogênio Nitrato	10 mg L ⁻¹	mar-13	11,0 mg L ⁻¹	1
Mariápolis	BA0066P	Crômio	50 µg L ⁻¹	mar-15	56,3 µg L ⁻¹	0
Oriente	BA0289P	Bário	700 µg L ⁻¹	mar-13	788 µg L ⁻¹	2
				set-13	993 µg L ⁻¹	
				abr-14	885 µg L ⁻¹	
				set-14	840 µg L ⁻¹	
				mar-15	770 µg L ⁻¹	
				set-15	840 µg L ⁻¹	

Os Gráficos 5.18.1 a 5.18.7 correspondem às séries históricas para as substâncias que apresentam resultados desconformes.

O poço de Oriente – BA0289P vem apresentando concentrações de bário sempre próximas ao VMP desde sua inserção na Rede de Monitoramento de Qualidade de Águas Subterrâneas da CETESB, em 2012.

A presença de cromo nos poços localizados em Alfredo Marcondes – BA0002P, BA0022P – Caiabu, BA0040P – Flórida Paulista e BA0158P – Álvares Machado também é recorrente não sendo observada diferença com os resultados dos triênios anteriores.

No triênio 2010-2012 o nitrato acima dos valores máximos permitidos foi constatado apenas no ponto localizado em Inúbia Paulista, sendo que no presente triênio outro poço também apresentou essa desconformidade, Flórida Paulista – BA0040P.

Gráfico 5.18.1 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0289P – Oriente, Aquífero Bauru.

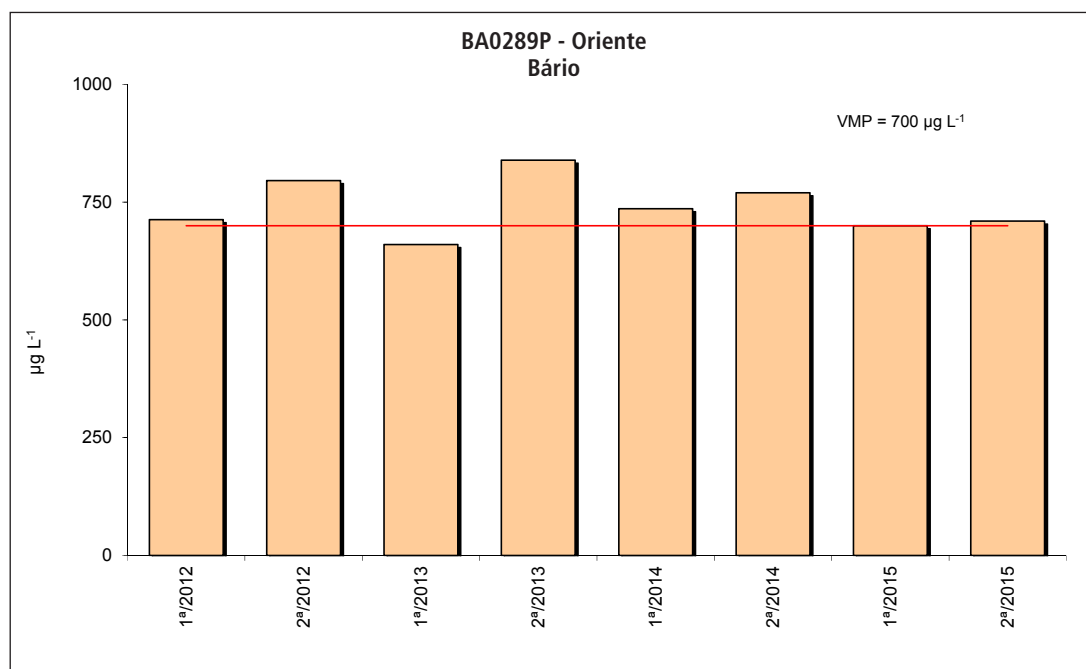


Gráfico 5.18.2 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0002P – Alfredo Marcondes, Aquífero Bauru.

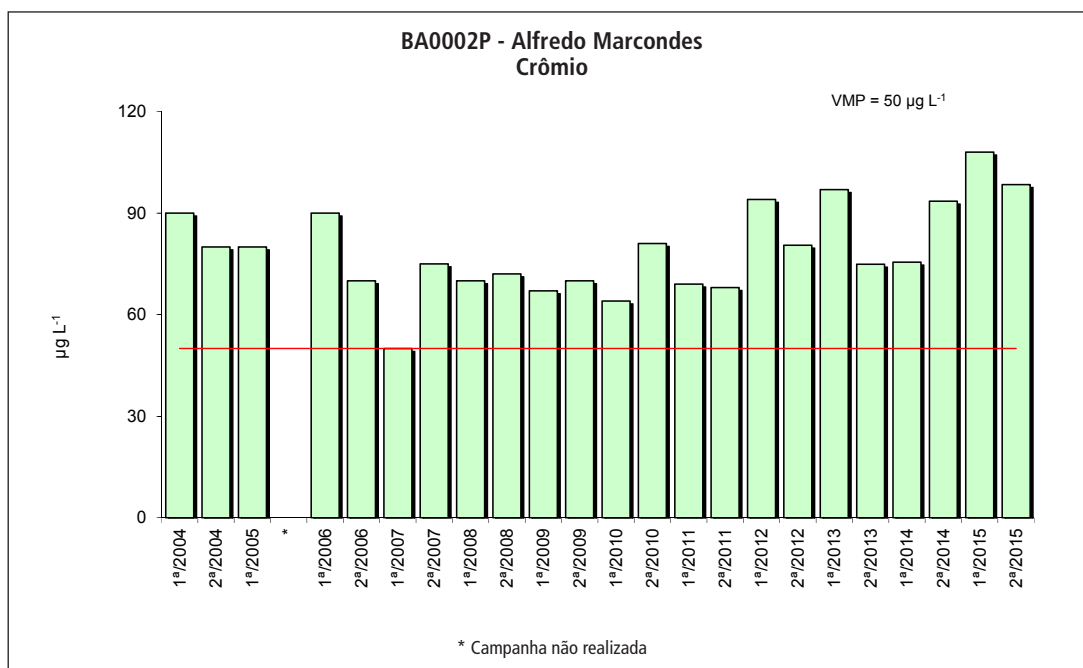


Gráfico 5.18.3 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0158P – Álvares Machado, Aquífero Bauru.

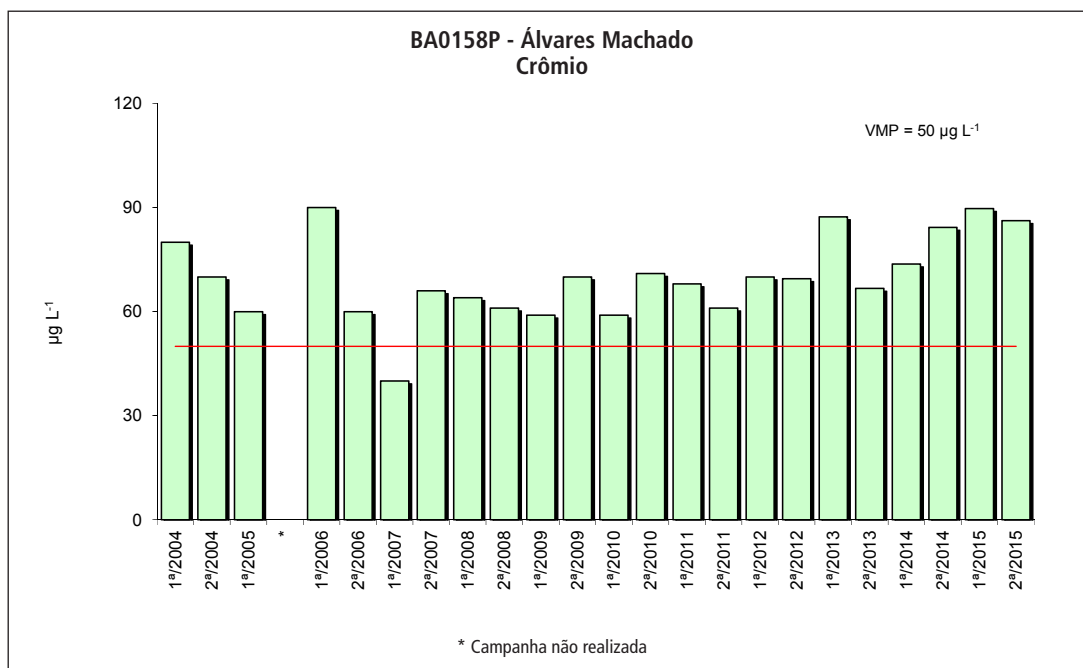


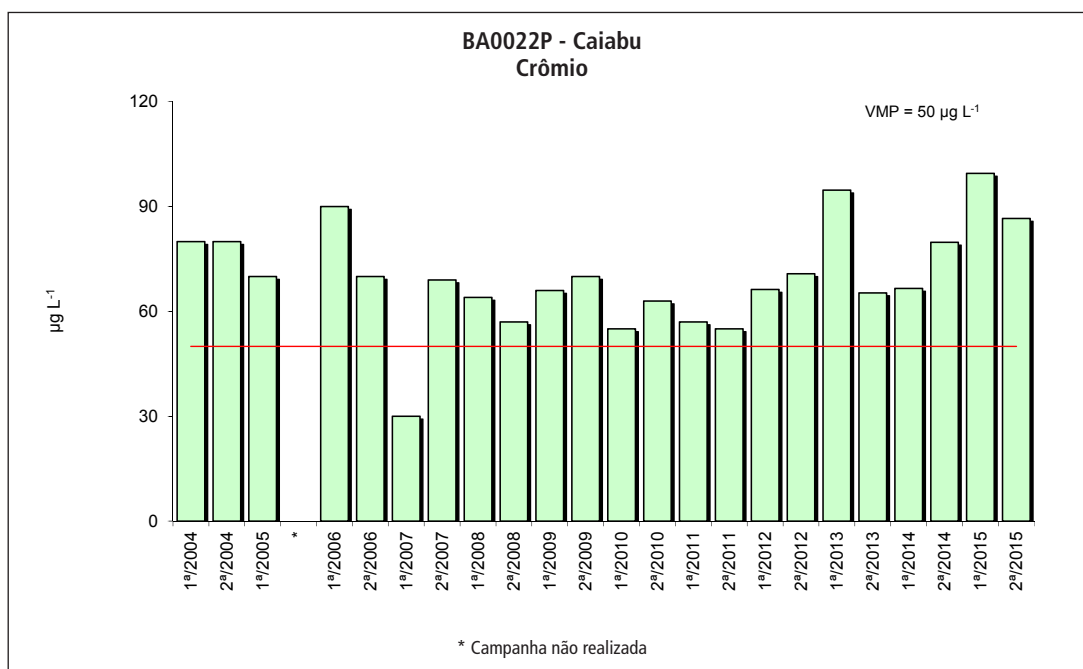
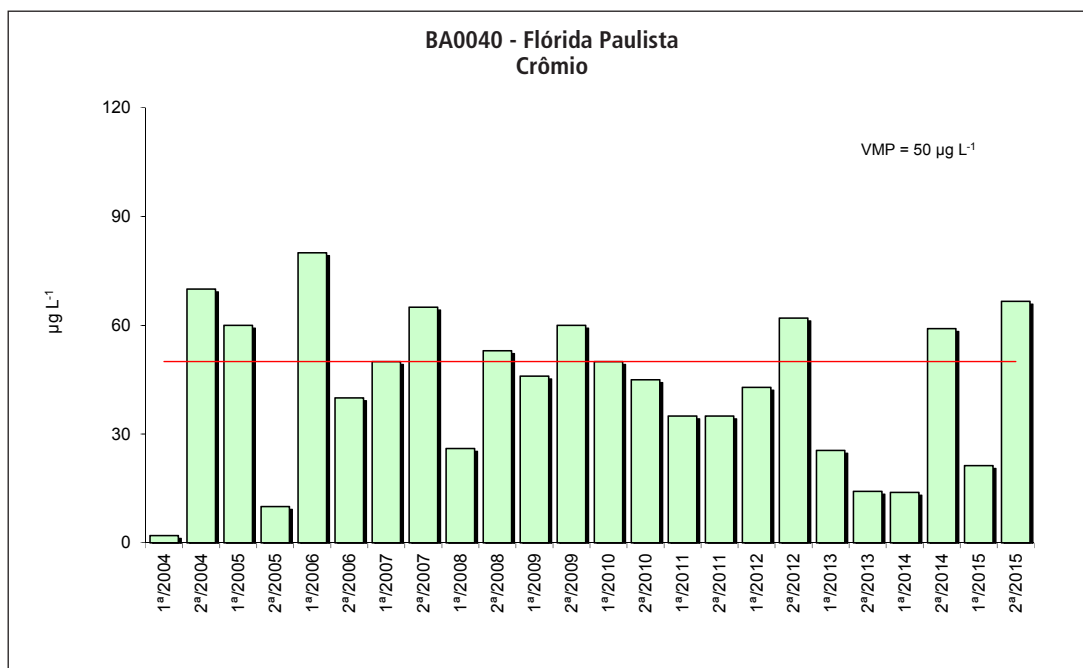
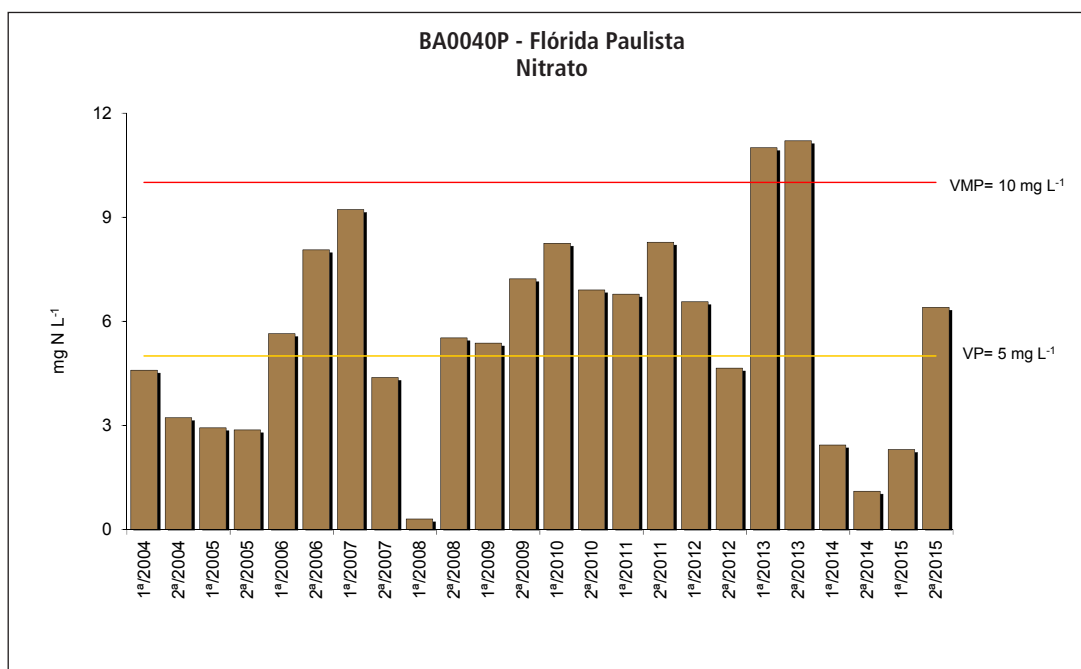
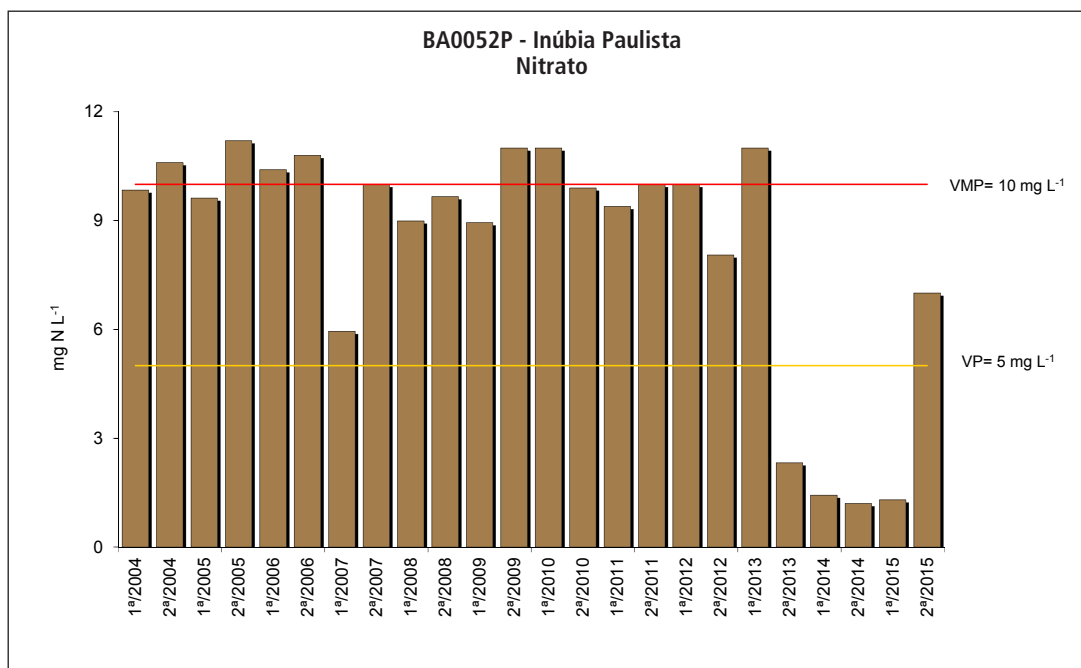
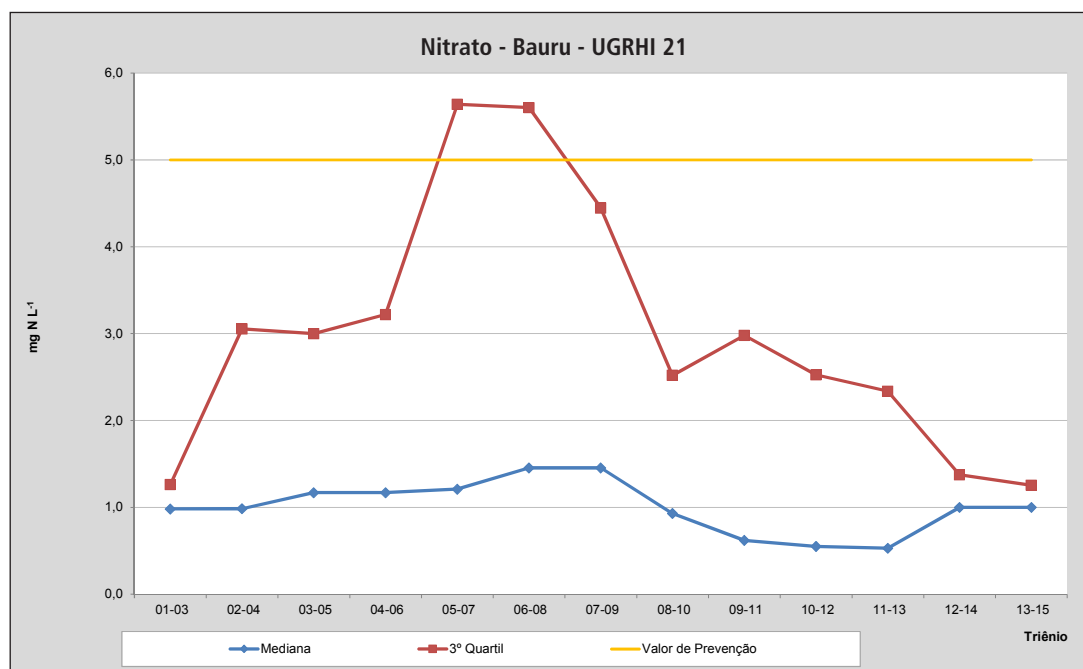
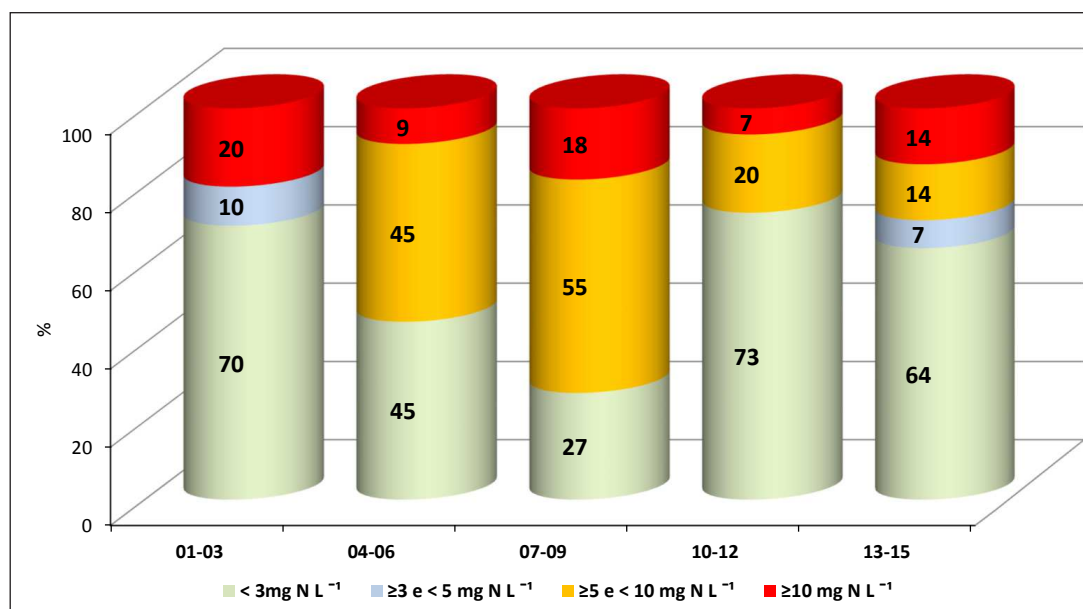
Gráfico 5.18.4 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0022P – Caiabu, Aquífero Bauru.**Gráfico 5.18.5** – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0040P – Flórida Paulista, Aquífero Bauru.

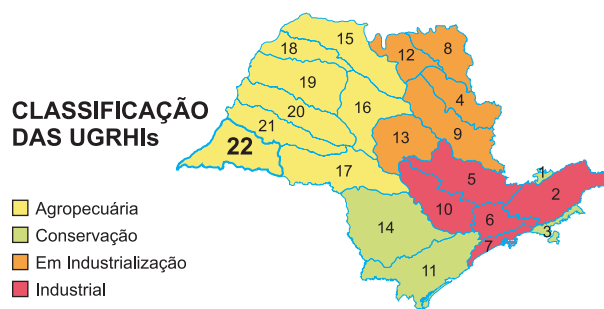
Gráfico 5.18.6 – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0040P – Flórida Paulista, Aquífero Bauru.**Gráfico 5.18.7** – Série histórica das concentrações de N-nitrato no ponto BA0052P – Inúbia Paulista, Aquífero Bauru.

A tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru nos últimos 14 anos pode ser visualizada, pelos valores de mediana e 3º quartil, no Gráfico 5.18.8, que evidencia redução a partir de 2009, alcançando nesse triênio valores similares aos obtidos entre 2001 e 2003. Entretanto, no presente triênio houve um aumento dos poços que apresentaram concentração acima do VMP e diminuição dos poços que apresentam concentração de nitrato inferior a 3 mg N L⁻¹ em comparação com o triênio anterior (Gráfico 5.18.9).

Gráfico 5.18.8 – Tendência das concentrações de N-nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 21.**Gráfico 5.18.9** – Distribuição percentual dos poços monitorados segundo classes de concentração de N-nitrato no período de 2001 a 2015, no Aquífero Bauru – UGRHI 21.

Os poços localizados em Alfredo Marcondes – BA0002P, Caiabu – BA0022P, Mariápolis – BA0066P, Álvares Machado – BA0158P e Presidente Prudente – BA0327, todos pertencentes ao aquífero Bauru apresentaram concentrações de vanádio acima do preconizado pela Resolução CONAMA nº 396/08 (50 µg L⁻¹), para consumo humano, com valores entre 50,9 a 122 µg L⁻¹.

5.19 UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema



Nessa UGRHI, composta por 21 municípios, vive aproximadamente 1% da população do Estado, sendo que 90 % dos habitantes estão concentrados em áreas urbanas. Todos os municípios fazem uso de águas subterrâneas para abastecimento público, porém em 91% deles esse é o único recurso hídrico utilizado. As águas subterrâneas respondem pelo abastecimento de 60% da população total da UGRHI. Nessa UGRHI afloram os aquíferos Bauru e Serra Geral. As demais características estão descritas na Tabela 5.19.1.

Tabela 5.19.1 – Características da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.

Municípios (21)	Anhumas; Caiuá; Estrela do Norte; Euclides da Cunha Paulista; Iepê; Marabá Paulista; Mirante do Paranapanema; Nantes; Narandiba; Pirapozinho; Presidente Bernardes; Presidente Epitácio; Presidente Prudente; Presidente Venceslau; Regente Feijó; Rosana; Sandovalina; Santo Anastácio; Taciba; Tarabaí; Teodoro Sampaio.		
População (IBGE, projeção 2015)	511.310 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (CRH, 2012)	Reserva explotável (m³/s)	Demanda (m³/s)	Utilização (%)
	13,08	1,06	8,1
Área de drenagem	12.395 km²		
Principais rios e reservatórios	Rio Santo Anastácio, rio Paranapanema e seus afluentes, desde a Usina Hidrelétrica de Capivara até sua foz, no rio Paraná.		
Coleta e tratamento de esgotos (CETESB, 2015)	Coleta	Tratamento	
	88%	81%	
Principais atividades econômicas	A agroindústria constitui a principal base da economia regional, destacando-se as usinas de açúcar e álcool, frigoríficos e abatedouros. Devido à interdependência de setores que se integram e se complementam, há extensas áreas de pastagens e cultivos de cana-de-açúcar, milho e soja. Observa-se, também, um aumento no número de loteamentos e do comércio varejista.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural, que cobre 8% da área dessa UGRHI, encontra-se bastante fragmentada, com predominância de remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/ Arbustiva em região de várzea.		

Nessa UGRHI foram monitorados dez pontos, sendo nove poços tubulares utilizados para abastecimento público e um na Usina Hidroelétrica de Capivara. Desses, oito captam água do Aquífero Bauru e dois do Serra Geral. A Tabela 5.19.2 apresenta as características e a Figura 5.19.1, a localização dos pontos de monitoramento. O Poço BA0340P localizado em Santo Anastácio foi incluído na rede a partir de 2014.

Tabela 5.19.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Estrela do Norte	BA0037P	P2 - Sabesp	Bauru	56 a 162	84	22° 29' 09"	51° 39' 40"
Marabá Paulista	BA0255P	P4 - Sabesp	Bauru	64 a 194	54	22° 06' 45"	51° 57' 53"
Mirante do Paranapanema	BA0258P	P2 Distrito Costa Machado - Sabesp	Bauru	53 a 152	29	22° 12' 50"	51° 50' 01"
Nantes	SG0261P	P1 – Pref. Municipal	Serra Geral	25 a 200	25	22° 37' 08"	51° 14' 22"
Pirapozinho	BA0100P	P6 - Sabesp	Bauru	59 a 219	13	22° 16' 34"	51° 30' 20"
Presidente Venceslau	BA0106P	P Reserv. Vila Sumaré - Pref. Mun.	Bauru	141 a 233	74	21° 52' 28"	51° 49' 54"
Regente Feijó	BA0188P	P17 - Sabesp	Bauru	85 a 269	90	22° 10' 56"	51° 17' 09"
Santo Anastácio	BA0340P	P15 - Sabesp	Bauru	37 a 182	54	21° 59' 05"	51° 40' 03"
Taciba	SG0284P	Usina Capivara	Serra Geral	12 a 100	15	22° 39' 05"	51° 21' 28"
Teodoro Sampaio	BA0144P	P5 - Sabesp	Bauru	78 a 150	70	22° 31' 50"	52° 10' 41"

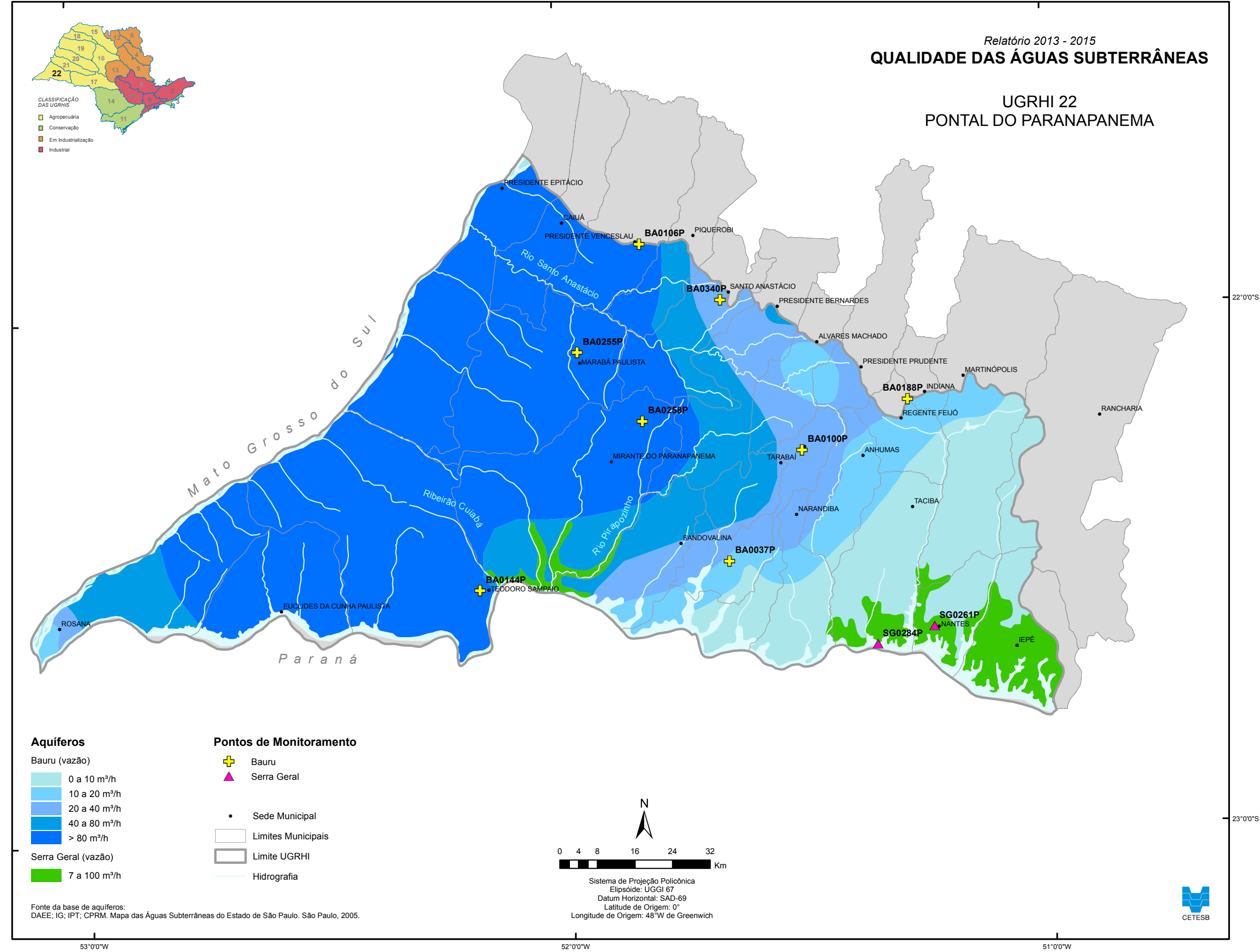
* s. d. - sem dados

A Tabela 5.19.3 apresenta as desconformidades obtidas nesse triênio nessa UGRHI que ocorreram em dois poços que captam água do Aquífero Bauru; para coliformes totais em Marabá Paulista nas segundas campanhas de 2013 e 2014, bem como a presença de cromo no novo ponto localizado em Santo Anastácio, na primeira campanha de 2014.

Tabela 5.19.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme	Número de desconformidades 2010-2012
Marabá Paulista	BA0255P	Coliformes Totais	Ausente em 100 mL	out-13	Presente	1
				out-14		
Santo Anastácio	BA0340P	Crômio	50 µg L ⁻¹	abr-14	65,4 µg L ⁻¹	Ponto novo

Figura 5.19.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.



6 • Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade

6.1 Aspectos da Qualidade

O monitoramento da qualidade das águas da rede integrada CETESB-DAEE foi ampliado para 28 pontos no triênio 2013-2015. As amostras coletadas na porção superficial do aquífero, entre 10 a 40 metros de profundidade, foram efetuadas em 22 pontos do Sistema Aquífero Bauru – SAB e em 6 do Sistema Aquífero Guarani – SAG (Tabelas 6.1.1 e 6.1.2).

Tabela 6.1.1 – SAB - Pontos de monitoramento de qualidade da Rede Integrada no período 2013 a 2015.

Sistema Aquífero	Município	Prefixo CETESB	UGRHI	Profundidade dos Filtros (m)	Nível Estático (m)	Coordenadas	
						Latitude (S)	Longitude (W)
Bauru	Adamantina	BA5001Z	21	14 a 36	17	21° 26' 57"	51° 00' 38"
	Avai	BA5022Z	16	10 a 24	7	22° 03' 59"	49° 16' 04"
	Barretos	BA5003Z	12	14 a 36	9	20° 36' 07"	48° 39' 49"
	Bilac	BA5004Z	19	8 a 26	10	21° 23' 15"	50° 27' 06"
	Gália	BA5007Z	17	14 a 36	5	22° 19' 00"	49° 32' 00"
	Guaimbê	BA5008Z	20	8 a 26	9	21° 47' 09"	49° 49' 10"
	Guarani d' Oeste	BA5009Z	15	14 a 36	9	20° 04' 48"	50° 20' 14"
	Guzolândia	BA5010Z	18	8 a 26	5	20° 42' 14"	50° 42' 35"
	Ibitinga	BA5024Z	16	16 a 28	22	21° 42' 17"	48° 49' 28"
	Indiana	BA5011Z	21	4 a 18	4	22° 11' 46"	51° 12' 37"
	Luiziânia	BA5012Z	20	8 a 26	12	21° 40' 50"	50° 17' 43"
	Magda	BA5025Z	18	18 a 30	16	20° 33' 48"	50° 13' 16"
	Marília	BA5013Z	21	*	28	22° 19' 24"	50° 02' 00"
	Marília	BA5026Z	21	32 a 51	20	22° 14' 23"	49° 55' 07"
	Mirassolândia	BA5014Z	15	14 a 36	5	20° 36' 47"	49° 31' 55"
	Murutinga do Sul	BA5015Z	19	8 a 26	9	21° 05' 14"	51° 19' 50"
	Pontalinda	BA5027Z	18	18 a 30	14	20° 26' 23"	50° 31' 58"
	Presidente Prudente	BA5016Z	22	14 a 36	19	22° 11' 49"	51° 25' 53"
	Reginópolis	BA5028Z	16	19 a 34	21	21° 56' 29"	49° 13' 53"
	São Pedro do Turvo	BA5020Z	17	14 a 36	10	22° 34' 59"	49° 49' 00"
	Vista Alegre do Alto	BA5021Z	15	14 a 36	8	21° 09' 40"	48° 37' 59"
	Votuporanga	BA5029Z	18	18 a 30	17	20° 30' 29"	50° 01' 36"

* - sem dados

Tabela 6.1.2 – SAG - Pontos de monitoramento de qualidade da Rede Integrada no período 2013 a 2015.

Sistema Aquífero	Município	Prefixo CETESB	UGRHI	Profundidade dos Filtros (m)	Nível Estático (m)	Coordenadas	
						Latitude (S)	Longitude (W)
Guarani	Analândia	GU5002Z	5	14 a 36	6	22° 07' 57"	47° 41' 21"
	Brotas	GU5005Z	13	61 a 150	17	22° 14' 36"	47° 57' 45"
	Descalvado	GU5006Z	9	12 a 46	9	21° 54' 25"	47° 35' 17"
	Ribeirão Bonito	GU5017Z	13	14 a 36	9	22° 02' 27"	48° 16' 04"
	Santa Maria da Serra	GU5018Z	5	14 a 36	9	22° 32' 20"	48° 10' 56"
	Santa Rita do Passa Quatro	GU5019Z	9	*	*	21° 35' 14"	47° 34' 33"

* - sem dados

A caracterização hidroquímica do SAB pode ser visualizada na síntese dos resultados, que apresenta as concentrações máximas e mínimas, a mediana e o 3º Quartil (percentil 75) de cada parâmetro (Tabelas 6.1.3a e 6.1.3b).

Tabela 6.1.3a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Bauru - 2013-2015 (22 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	110	10	2	138	10	28
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	110	100	<2	<4	<2	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	110	100	<2	<4	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	115	71,5	<1	2,8	<1	<1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	117	45,3	<0,5	114	1,1	4,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	117	--	11	864	61	182
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	117	13,7	1,18	288	21	73
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	108	88,9	<0,1	1	<0,1	0,14
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	115	93,9	<0,1	0,59	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	115	91,3	<0,5	0,92	<0,5	<0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	117	23,9	<0,2	51,8	1,4	3,9
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	117	100	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	117	--	4,29	7,75	5,42	6,09
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	117	57,3	<100	788	100	160
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	117	52,1	<100	798	100	178
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	117	82,9	<1	14,5	<1	<1
Temperatura	°C	--	117	--	21,7	32,7	25,5	26,6

¹ Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

^D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 6.1.3b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Bauru - 2013-2015 (22 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	117	4,3	<2	5337	24	85
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	117	70,1	<0,01	0,09	<0,01	0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	117	68,4	<0,2	1,83	0,24	0,5
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	117	0	18	6006	125	340
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	117	90,6	<0,5	9,93	<0,5	<1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	117	76,1	<1	14,5	<2	<2
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	117	8,5	0,004	1,1	0,02	0,04
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	117	19,7	<0,5	50,1	5,3	17,4
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	117	0	0,06	43	2,51	5,75
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	117	0	0,03	38,3	0,41	1,14
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	117	10,3	0,07	6,25	0,53	1
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	117	0	0,21	47,1	5,71	9,92
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	117	79,5	<0,05	1,1	<0,2	<0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	117	1,7	<1	1379	36,5	130
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	117	4,3	<2	2425	40,2	142
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	117	0	0,26	11,6	1,41	3,26
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	117	0	0,12	43,6	1,4	5,7
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	117	0	0,21	927	11	32
Merúrio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	117	100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	117	65,8	<0,01	0,94	<0,1	0,02
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	117	0	0,32	132	1,93	4,12
Potássio	mg K L ⁻¹	--	117	0,0	0,25	28,6	3,8	5,7
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	117	92,3	<0,03	0,34	<0,1	<0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	117	68,4	<0,1	2,98	<0,1	0,2
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	117	0	0,14	29,6	2	4,3
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	117	0	0,48	69,7	2,1	4,0
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	117	2,6	<0,002	0,57	0,02	0,06
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	117	18,8	0,02	19,1	0,51	1,98
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	117	11,1	0,5	122	2,9	4,6

¹ Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

Os valores calculados de mediana e 3º Quartil mostram que as águas do Aquífero Bauru – SAB, em geral, são mais mineralizadas do que as águas do Aquífero Guarani – SAG (Tabelas 6.1.4a e 6.1.4b), apresentando maior condutividade elétrica, dureza e concentração de sais (magnésio, sódio e potássio). Essa diferença nas características desses aquíferos em sua porção superficial pode ser observada nos gráficos *box-and-whisker* elaborados para esses parâmetros (Gráficos 6.1.1 a 6.1.5).

Tabela 6.1.4a – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Guarani - 2013-2015 (6 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ ¹ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	35	14,3	2	32,1	12,2	19,3
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	35	100	< 2	< 2	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	35	100	< 2	< 2	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	33	45,5	< 1	2,17	1	1,1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	35	97,1	< 1	1,05	< 1	< 1
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	35	--	14	92	30	56
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	35	20	1,59	29,5	6,07	7,69
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	29	100	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	35	71,4	< 0,1	0,78	< 0,1	0,105
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	35	80	< 0,5	0,84	< 0,5	< 0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	35	37,1	< 0,2	2,31	0,53	1,11
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	35	97,1	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	35	--	4,32	6,66	5,73	6,16
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	35	97,1	< 100	102	< 100	< 100
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	35	82,9	< 100	224	< 100	< 100
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	35	100	< 1	< 1	< 1	< 1
Temperatura	°C	--	35	--	21,56	27,73	24,29	24,915

¹ Percentual de amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação praticados.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

^D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 6.1.4b – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período de 2013-2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Guarani - 2013-2015 (22 pontos)					
			Amostras (nº)	< LQ (%)	Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	35	25,7	< 2	519	12	29
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	35	77,1	< 0,01	0,06	< 0,01	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	33	63,6	0,2	24,2	0,5	0,5
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	35	0	8,25	180	83	120
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	35	100	< 0,5	< 2	< 0,5	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	35	54,3	< 1	29,2	< 2	3,42
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	35	14,3	< 0,005	3,13	0,02	0,08
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	35	42,9	< 0,5	6,38	0,9	1,4
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	35	5,7	< 0,05	44,3	1,38	3,26
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	35	5,7	< 0,01	3,51	0,65	1,65
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	35	11,4	0,11	4,67	0,92	1,98
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	35	17,1	0,12	3,32	0,91	1,39
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	35	85,7	< 0,05	0,67	< 0,2	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	35	2,9	< 1	38,2	17	22
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	35	5,7	< 2	75850	75,6	10870
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	35	0	0,3	1,45	0,74	1,02
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	35	0	0,16	3,29	0,97	1,4
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	35	0	0,15	372	25,6	86
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	35	100	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	35	74,3	< 0,01	0,09	< 0,01	0,01
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	35	8,6	< 0,1	2,26	0,59	0,94
Potássio	mg K L ⁻¹	--	35	0,0	0,38	4,13	1,8	3,33
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	35	94,3	< 0,03	0,22	< 0,1	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	35	91,4	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,1
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	35	0	0,13	1,62	0,55	0,8
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	35	0	0,39	6,38	1,2	1,5
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	35	20	< 0,002	0,18	0,01	0,02
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	35	37,1	< 0,02	7,97	0,21	0,62
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	35	2,9	< 0,5	11500	5,44	9,3

¹ Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

^A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

^B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

^C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

^D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

^E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

^F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

^G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

^H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

^I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

^J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

^K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

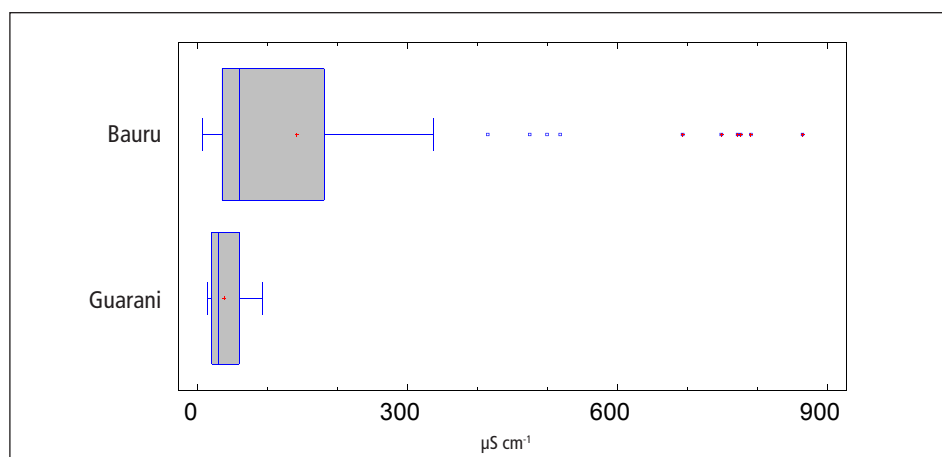
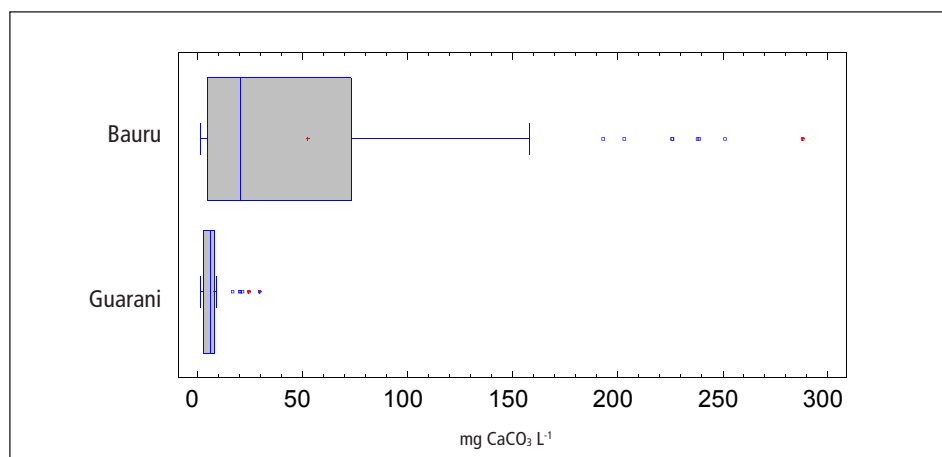
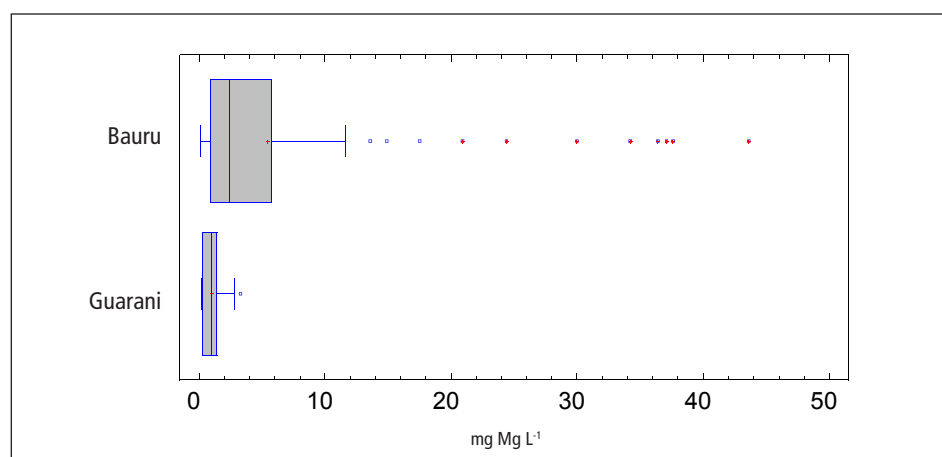
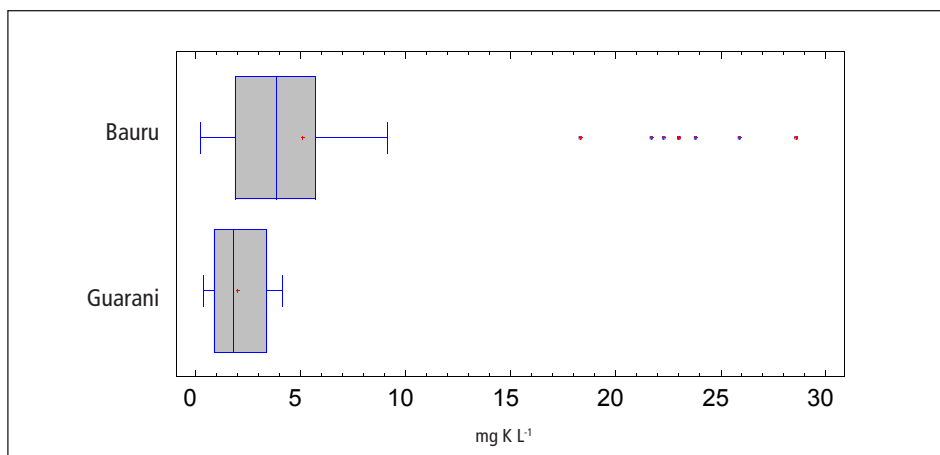
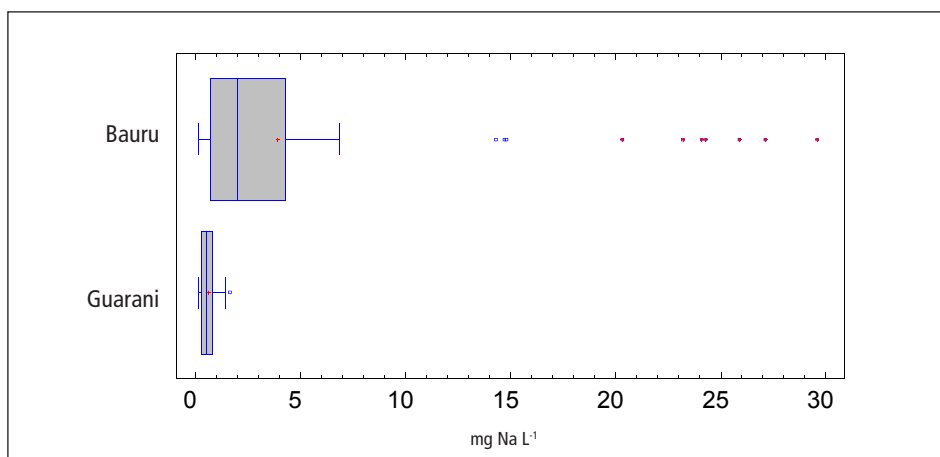
Gráfico 6.1.1 – *Box-and-whisker* para condutividade elétrica – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.**Gráfico 6.1.2** – *Box-and-whisker* para dureza total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.**Gráfico 6.1.3** – *Box-and-whisker* para magnésio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.

Gráfico 6.1.4 – *Box-and-whisker* para potássio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.**Gráfico 6.1.5** – *Box-and-whisker* para sódio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.

Os metais crômio, estrôncio e vanádio ocorreram em maiores concentrações no SAB, enquanto ferro, manganês e zinco foram mais elevados no SAG. Os dois aquíferos apresentaram resultados superiores aos valores máximos permitidos – VMP para alumínio, ferro, manganês e chumbo. Para o Aquífero Bauru detectou-se ainda desconformidades para nitrato, bário e níquel, enquanto que no Aquífero Guarani, para zinco.

As diferenças entre os aquíferos podem ser visualizadas nos Gráficos 6.1.6 a 6.1.12.

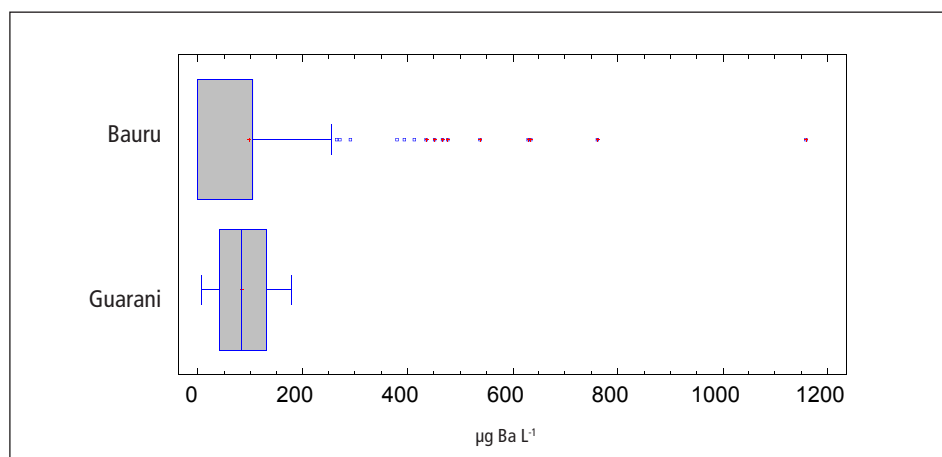
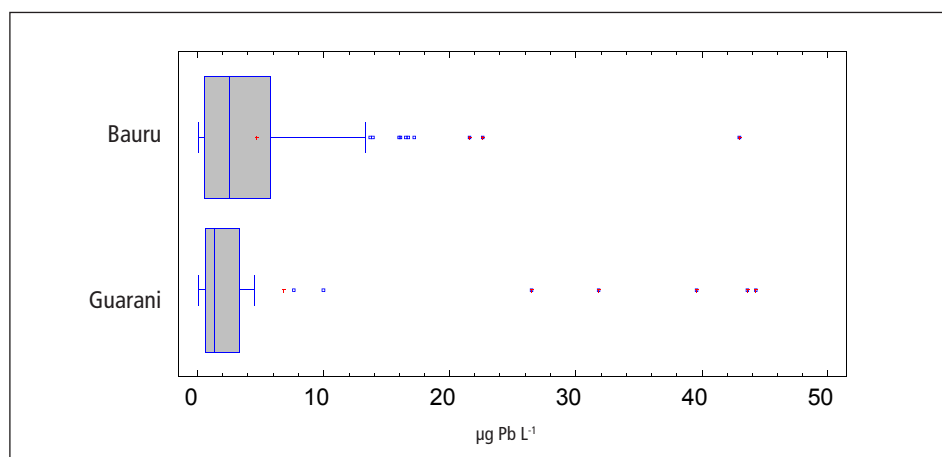
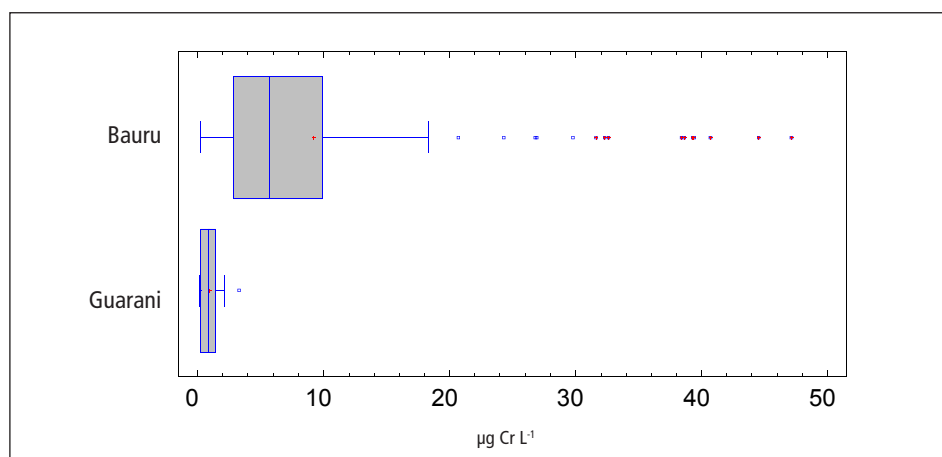
Gráfico 6.1.6 – *Box-and-whisker* para bário total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.**Gráfico 6.1.7** – *Box-and-whisker* para chumbo total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.**Gráfico 6.1.8** – *Box-and-whisker* para cromo total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.

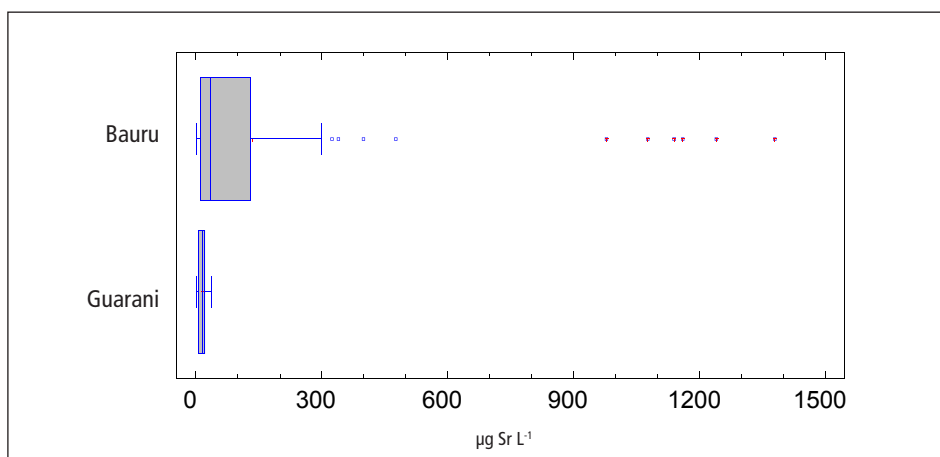
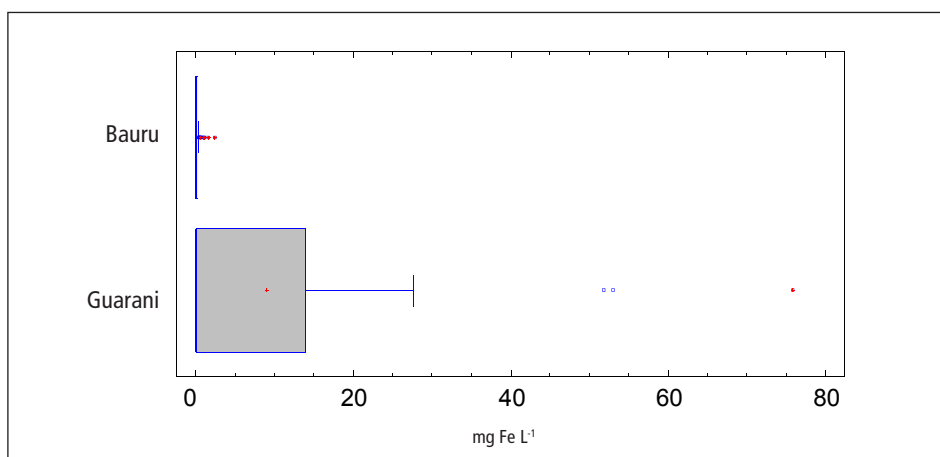
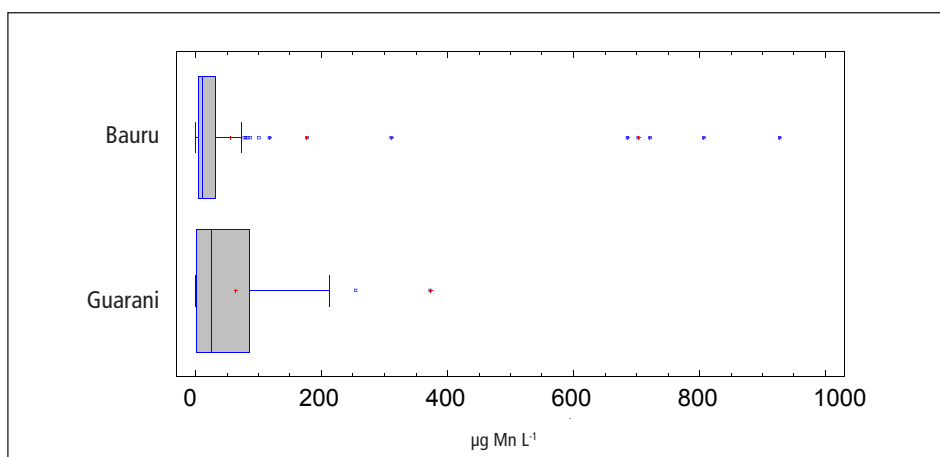
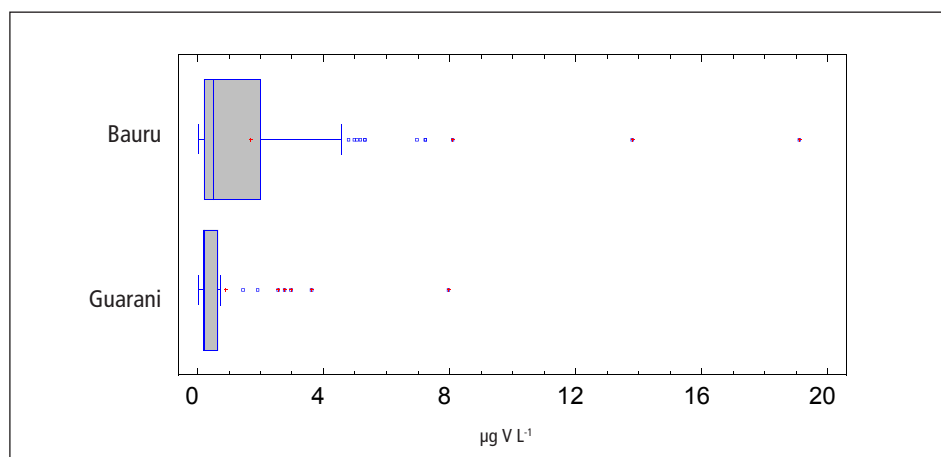
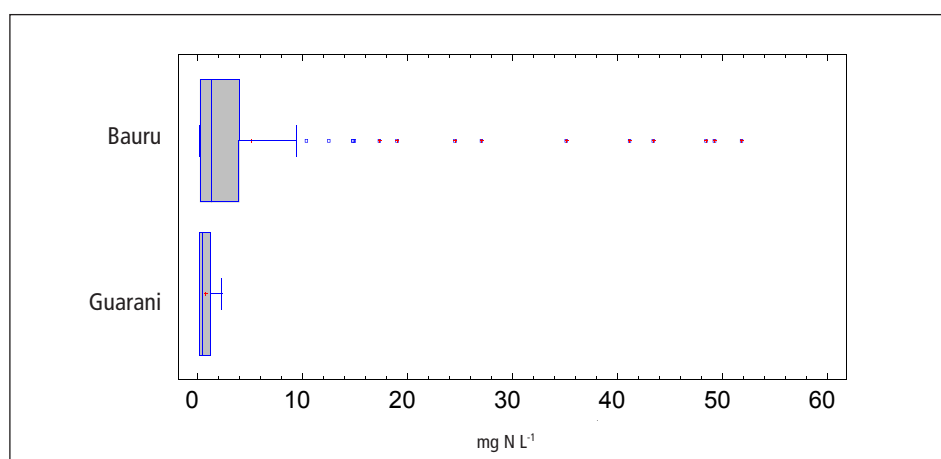
Gráfico 6.1.9 – *Box-and-whisker* para estrôncio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.**Gráfico 6.1.10** – *Box-and-whisker* para ferro total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.**Gráfico 6.1.11** – *Box-and-whisker* para manganês total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.

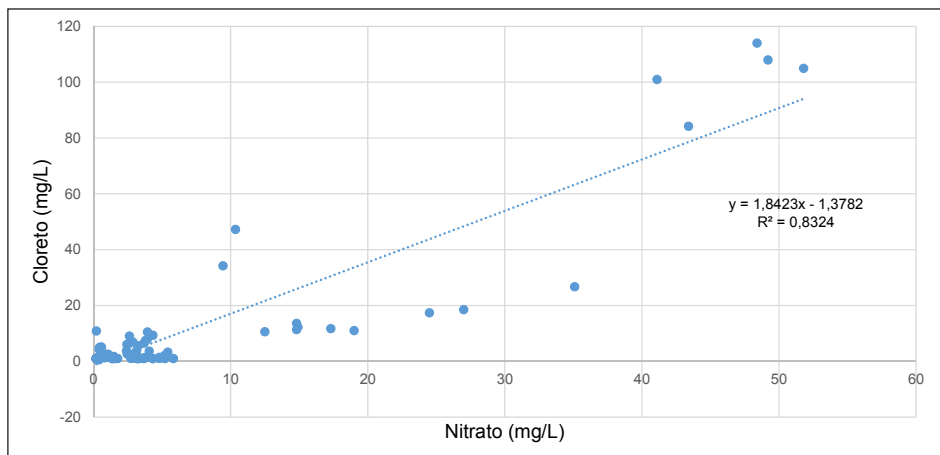
Gráfico 6.1.12 – *Box-and-whisker* para vanádio total – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.

O Gráfico 6.1.13 para nitrato mostra maior presença dessa substância no Aquífero Bauru, que também apresentou uma grande quantidade de valores atípicos. Nesse aquífero, entre os 22 pontos monitorados, o nitrato ultrapassa o padrão de potabilidade de 10 mg L⁻¹ nos pontos de Murutinga do Sul, Vista Alegre do Alto e, notadamente, em Magda e Luiziani com resultados de três a quatro vezes superior ao padrão. As concentrações nos pontos Guarani d'Oeste e Pontalinda ultrapassam o valor de prevenção – VP de 5 mg L⁻¹. Gália, que no triênio anterior apresentou concentração de nitrato acima do VP, nesse triênio não apresentou essa condição.

Gráfico 6.1.13 – *Box-and-whisker* para nitrogênio nitrato – Rede Integrada no período de 2013 a 2015.

A correlação entre cloreto e nitrato para as amostras do Aquífero Bauru foi significativa ($R^2=0,83$) indicando que as concentrações elevadas têm como origem atividade antrópica (Gráfico 6.1.14). Nas proximidades dos poços instalados em Luiziani, Murutinga do Sul e Vista Alegre do Alto foram registradas, respectivamente, a existência de um curral, uma fossa séptica e cultivo de cana-de-açúcar.

Gráfico 6.1.14 – Correlação entre nitrato e cloreto nas amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2013 a 2015.



A concentração máxima de nitrato no Aquífero Guarani foi de $2,61 \text{ mg L}^{-1}$ em Santa Maria da Serra, sendo que na maioria dos pontos as concentrações foram inferiores a 1 mg L^{-1} .

No Aquífero Bauru, concentrações de bário acima do padrão de potabilidade só foram encontradas em Luiziânia para todas as amostras em concentrações superiores às observadas no triênio anterior ($4,26$ a $6,01 \text{ mg L}^{-1}$).

Oito pontos apresentaram concentrações de chumbo superiores ao VMP e a concentração máxima ($22,6 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) foi verificada em Adamantina; os pontos de Murutinga do Sul e Pontalinda apresentaram 50% das amostras com valores acima de VMP. Em Luiziânia houve aumento das concentrações de níquel, quando comparado ao triênio anterior, observando-se ultrapassagem do VMP para todas as amostras.

O número de poços com concentrações de alumínio e ferro superiores ao VMP cresceu nesse triênio, elevando o 3º Quartil desses elementos. Houve também tendência de aumento das concentrações de manganês acima do VMP, observada em todas as amostras de Luiziânia (310 a $907 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) e em duas de Pontalinda, sendo que neste ponto se apresentaram pouco acima do limite.

No Aquífero Guarani, Brotas foi o ponto que apresentou concentrações superiores aos VMP de arsênio, alumínio, chumbo, ferro, manganês e zinco em várias campanhas. As concentrações de ferro ficaram muito acima do valor máximo permitido (padrão de potabilidade organoléptico de $0,30 \text{ mg L}^{-1}$) em Analândia ($19,0$ a $75,9 \text{ mg L}^{-1}$) e Brotas ($6,1$ a $27,6 \text{ mg L}^{-1}$). Essas concentrações foram superiores às observadas no triênio anterior. Em Analândia também ocorreu ultrapassagem do padrão para manganês. O valor de potabilidade para alumínio foi ultrapassado em uma amostra de Ribeirão Bonito.

As tabelas 6.1.5a e 6.1.5b apresentam os resultados dos valores de mediana e 3º Quartil dos triênios de 2010-2012 e 2013-2015.

Comparando-se os resultados dos dois triênios, verifica-se que o número de parâmetros com aumento do valor da mediana e do 3º Quartil foi superior ao número daqueles em que houve redução.

Para o Aquífero Bauru foram detectados valores mais elevados de mediana e 3º Quartil para os seguintes parâmetros: bário, cálcio, crômio e ferro. Para alcalinidade, bicarbonato, condutividade elétrica, dureza total, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, alumínio, manganês e estrôncio, observou-se aumento apenas no valor do terceiro quartil. Para o nitrato elevação só ocorreu para a mediana.

Foram também observadas reduções dos valores das medianas e terceiros quartis no Aquífero Bauru para os seguintes parâmetros: cloreto, potássio e sódio. Para condutividade elétrica, alumínio e manganês foram observados valores mais baixos apenas para as medianas, enquanto que para chumbo e nitrato a redução ocorreu apenas nos valores de 3º Quartil.

Tabela 6.1.5a – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Bauru			
			Mediana		3º Quartil	
			2010-2012	2013 - 2015	2010-2012	2013 - 2015
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	10,9	10	19,9	28
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2	<2	<2	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2	<2	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	1,72	<1	3,49	<1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	2,13	1,1	5,84	4,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	70	61	158	182
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	19	21	44,8	73
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	<0,1	<0,1	<0,1	0,14
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	<0,1	<0,1	0,11	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	0,915	1,4	4,62	3,9
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	5,4	5,4	5,9	6,1
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	100	100	106	160
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	100	100	122	178
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	<1,0	<1	<1,0	<1
Temperatura	°C	--	25,5	25,5	26,8	26,6

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 6.1.5b – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Bauru			
			Mediana		3º Quartil	
			2010-2012	2013 - 2015	2010-2012	2013 - 2015
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^{A, E}	33	23,7	75	84,8
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	--	<0,01	--	0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	--	0,24	--	0,5
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	109	125	318	340
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	<10	<0,5	<10	<1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^{D, F}	<100	<2	<100	<2
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	<3	0,02	<3	0,04
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	4,98	5,32	11,4	17,4
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	<5	2,51	8,5	5,75
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	--	0,41	--	1,14
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	<5	0,53	<5	1
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	4	5,71	4	9,92
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	<50	<0,2	<50	<0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	36,6	36,5	101,5	130
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^{A, G}	23,4	40,2	63,8	142
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	<10	1,41	<10	3,26
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	1,89	1,4	4,33	5,73
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^{A, H}	<20	11	23,7	31,6
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	<0,5	<0,1	<0,5	<0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^{D, I}	--	<0,1	--	0,02
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	<5	1,93	<5	4,12
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,53	3,83	6,955	5,7
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^{D, J}	--	<0,1	--	<0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	--	<0,1	--	0,2
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	2,73	2	5,015	4,28
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	<5	2,14	<5	3,97
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	0,02	--	0,06
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	<10	0,51	<10	1,98
Zinco	µg Zn L ⁻¹	5000 ^{A, K}	<20	2,9	<20	4,64

1 Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

No Aquífero Guarani, cujos pontos de monitoramento são os mesmos desde o triênio anterior, não houve alteração significativa da qualidade para nenhum dos parâmetros monitorados. Houve leve tendência de aumento para alcalinidade de bicarbonato, condutividade elétrica, estrôncio, ferro e sódio. Dureza e cálcio apresentaram um aumento maior. Para manganês observou-se aumento apenas no valor do 3º Quartil, enquanto para magnésio a elevação só ocorreu para o valor da mediana (Tabelas 6.1.6a e 6.1.6b).

Por outro lado, houve leve tendência de diminuição dos valores das medianas e dos 3º Quartis para os parâmetros: carbono orgânico dissolvido, pH e potássio. Os 3º Quartis para alumínio, magnésio e titânio foram inferiores aos observados no triênio anterior, enquanto que para cálcio e manganês apenas as medianas registraram valores menores do que no triênio passado.

O aumento para sódio, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza total pode estar relacionado à seca histórica que ocorreu nesse período.

Tabela 6.1.6a – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 1.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Guarani			
			Mediana		3º Quartil	
			2010-2012	2013 - 2015	2010-2012	2013 - 2015
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	9,54	10	16,03	28
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2,0	<2	<2,0	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2,0	<2	<2,0	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	2,29	<1	3,25	<1
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ^A	0,73	1,1	<1,0	4,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	35	60	50	181
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ^A	5,6	21	9,55	73
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ^B	<0,1	<0,1	<0,1	0,14
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^C	0,1	<0,1	0,13	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ^B	0,4	1,4	1,1	3,9
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ^B	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
pH	--	6,0-9,5 ^D	5,65	5,42	6,55	6,09
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ^A	<100	100	<100	160
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	<100	100	<100	178
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ^A	<1	<1	<1	<1
Temperatura	°C	--	24,8	25,5	25,8	26,6

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Padrão organoléptico de amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹), expresso em mg N L⁻¹.

D Recomendação de pH a ser mantido no sistema de distribuição de água para consumo humano.

Tabela 6.1.6b – Resultados de Mediana e 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período de 2010 a 2015 – Rede de Monitoramento Integrado - parte 2.

Parâmetro ¹	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Guarani			
			Mediana		3º Quartil	
			2010-2012	2013 - 2015	2010-2012	2013 - 2015
Alumínio	µg Al L ⁻¹	200 ^A	<20	12	41	29
Antimônio	µg Sb L ⁻¹	5 ^B	-	< 0,01	-	< 0,01
Arsênio	µg As L ⁻¹	10 ^B	< 5	0,5	< 5	0,5
Bário	µg Ba L ⁻¹	700 ^B	67	83	147	120
Berílio	µg Be L ⁻¹	4 ^C	< 10	< 0,5	< 10	< 1
Boro	µg B L ⁻¹	2400 ^D	< 100	< 2	< 100	3,42
Cádmio	µg Cd L ⁻¹	5 ^B	< 3	0,02	< 3	0,08
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	1,08	0,9	1,5	1,4
Chumbo	µg Pb L ⁻¹	10 ^B	< 5	1,38	< 13 ?	3,26
Cobalto	µg Co L ⁻¹	70 ^D	--	0,65	--	1,65
Cobre	µg Cu L ⁻¹	2000 ^B	< 5	0,92	< 5	1,98
Crômio	µg Cr L ⁻¹	50 ^B	< 3	0,91	< 3	1,39
Estanho	µg Sn L ⁻¹	--	< 50	< 0,2	< 50	< 0,2
Estrôncio	µg Sr L ⁻¹	--	14	17	19	22
Ferro	µg Fe L ⁻¹	300 ^A	50	75,6	7880	10870
Lítio	µg Li L ⁻¹	--	< 10	0,74	< 10	1,02
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	0,461	0,97	1,52	1,4
Manganês	µg Mn L ⁻¹	100 ^A	28	25,6	69	86
Mercurio	µg Hg L ⁻¹	1 ^B	< 0,5	< 0,1	< 0,5	< 0,1
Molibdênio	µg Mo L ⁻¹	30 ^D	--	< 0,01	--	0,01
Níquel	µg Ni L ⁻¹	70 ^B	< 5	0,59	< 5	0,94
Potássio	mg K L ⁻¹	--	1,93	1,8	3,6	3,33
Prata	µg Ag L ⁻¹	50 ^D	--	< 0,1	--	< 0,1
Selênio	µg Se L ⁻¹	10 ^B	--	< 0,1	--	< 0,1
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ^A	<0,1	0,55	0,56	0,8
Titânio	µg Ti L ⁻¹	--	< 5	1,2	6,0	1,5
Urânio	µg U L ⁻¹	30 ^B	--	0,01	--	0,02
Vanádio	µg V L ⁻¹	50 ^C	< 10	0,21	< 10	0,62
Zinco	µg Zn L ⁻¹	1800 ^D	< 20	5,44	< 20	9,3

1 Os resultados dos metais, semi-metais e ametais são referentes à fração total.

A Padrão organoléptico de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

B Padrão de potabilidade da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, acima do qual há risco potencial à saúde humana.

C Valor máximo permitido para consumo humano da Resolução CONAMA 396/2008.

D Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014.

E Resolução CONAMA 420/2009 (VI=3500 µg L⁻¹)

F Resolução CONAMA 420/2009 (VI=500 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=500 µg L⁻¹ – Consumo humano)

G Resolução CONAMA 420/2009 (VI=2450 µg L⁻¹)

H Resolução CONAMA 420/2009 (VI=400 µg L⁻¹)

I Resolução CONAMA 420/2009 (VI=70 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=70 µg L⁻¹ – Consumo humano)

J Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=100 µg L⁻¹ – Consumo humano)

K Valor de intervenção para água subterrânea da CETESB-2014 (=1800 µg L⁻¹); Resolução CONAMA 396/2008 (VMP=1050 µg L⁻¹ – Consumo humano).

As análises de herbicidas fenoxiácidos clorados e triazinas, de pesticidas organofosforados e organoclorados, dentre outros, realizadas nos 12 pontos da rede integrada, não identificaram nenhuma substância com concentração acima do limite de quantificação.

Apenas Luizânia (BA5012Z) e Marília (BA5013Z) apresentaram atividade estrogênica detectável (0,25 e 0,24 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol, respectivamente), entre os vinte e um locais monitorados. A atividade nestes pontos ocorreu apenas no primeiro semestre de 2013 e não se repetiu mais nas campanhas realizadas nos dois anos seguintes. O valor orientador visando consumo humano é de 3,8 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol, bem superior aos valores detectados.

No triênio anterior, apenas em Analândia (GU5002Z) foi verificada atividade estrogênica, que continuou a ser monitorada e não foi detectada no período 2013-2015.

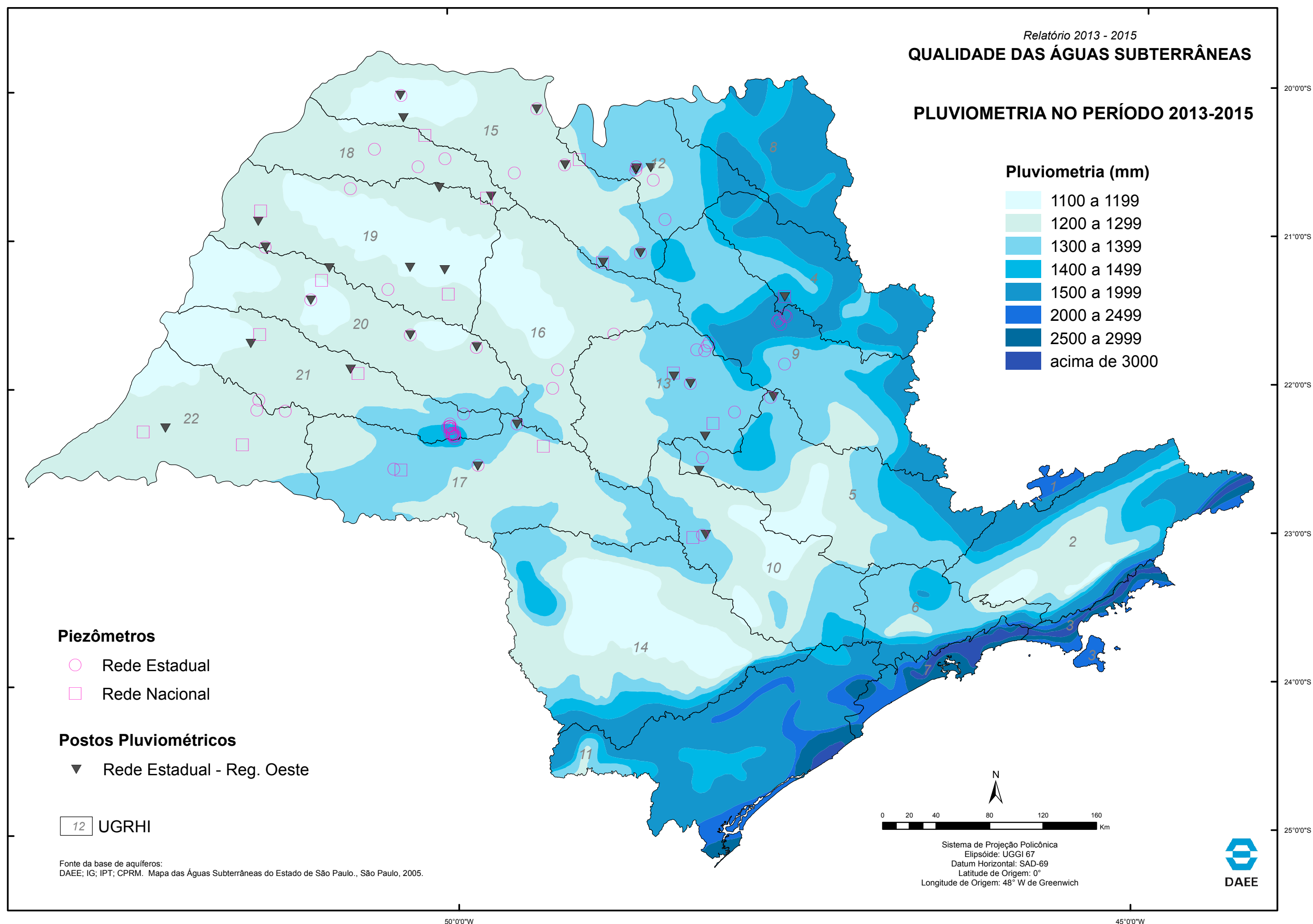
6.2 Aspectos da Quantidade

O monitoramento da quantidade, em verdade, significa monitorar a flutuação da superfície das águas subterrâneas, denominada de superfície piezométrica. A superfície piezométrica pode sofrer influência de inúmeros fatores, desde lunares, climáticos, da dinâmica terrestre, de marés, de atividades antrópicas como as obras civis e bombeamento por poços, etc. No caso da Rede de Monitoramento Integrado, dirigida aos aquíferos livres (ou freáticos), interessa a variação dessa superfície em função das precipitações pluviométricas (chuvas). Por ser um grande reservatório, os aquíferos armazenam grande quantidade de água e a flutuação da superfície piezométrica implica em alteração nesse armazenamento, tornando necessário monitorar, avaliar e estudar as causas e consequências da flutuação, principalmente quando estas águas representarem recursos de importância econômica ou ambiental.

Os dados da série histórica da Rede de Monitoramento Integrado representam períodos muito curtos para possibilitar maiores análises e conclusões. Mas, de um modo geral, permitem verificar que as variações na amplitude da superfície piezométrica no ano hidrológico (o período chuvoso, em São Paulo, inicia-se em outubro e termina em março) são inferiores a 6 metros. Mesmo em períodos maiores, 2009 a 2015, as variações são da mesma ordem, sugerindo uma estabilidade sazonal da recarga.

Com o objetivo de estudar a série de dados construiu-se o mapa da Figura 6.2.1, no qual se observam os piezômetros da rede e os pluviômetros considerados mais adequados para as análises relativas às variações da superfície piezométrica em função das chuvas.

Figura 6.2.1 – Piezômetros e postos pluviométricos selecionados para as correlações entre as precipitações e a recarga dos aquíferos Bauru e Guarani.



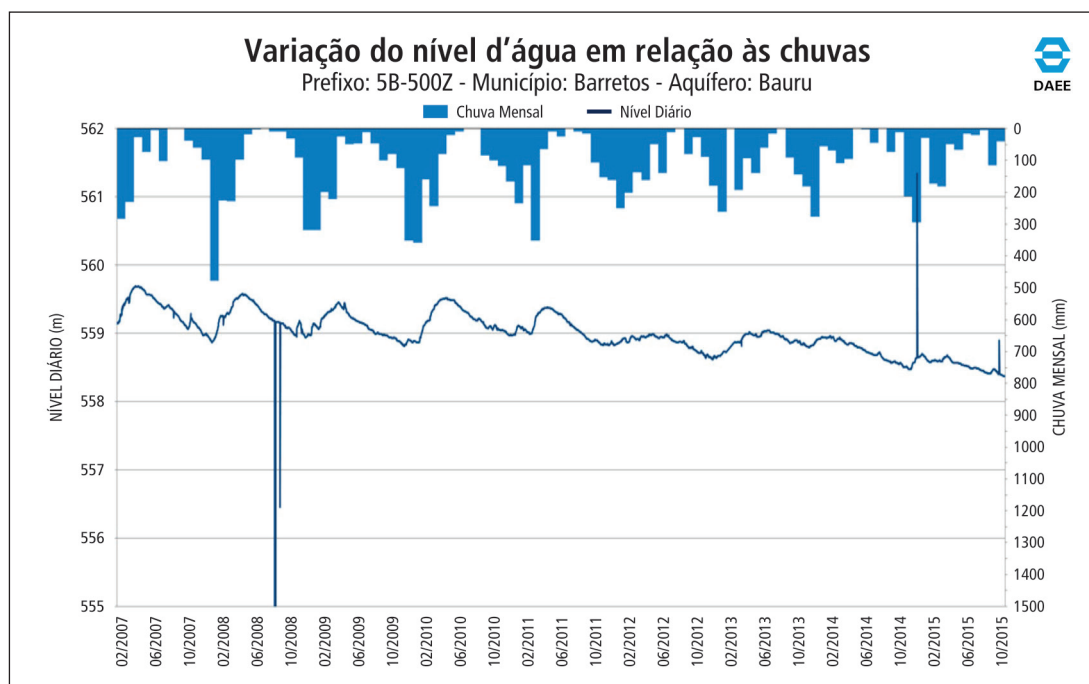
Os gráficos seguintes demonstram a influência das chuvas na superfície da água subterrânea. De um modo geral é possível afirmar que:

- Existe a influência direta das chuvas e a amplitude média dessa superfície no ano hidrológico é da ordem de 1 a 2 metros.
- Embora não se mostre sempre tão evidente, há um intervalo de tempo de resposta das chuvas no nível da água subterrânea da ordem de 2 meses.

O gráfico 6.2.1 mostra a variação do nível do aquífero freático em função das precipitações mensais observadas desde o início de operação (2007) de um posto piezométrico instalado em Barretos (SP), região do Aquífero Bauru.

A variação anual do nível no piezômetro nesse local é de cerca de 1m. Pode-se também ver claramente o tempo de resposta do nível da água subterrânea às precipitações e à ausência delas.

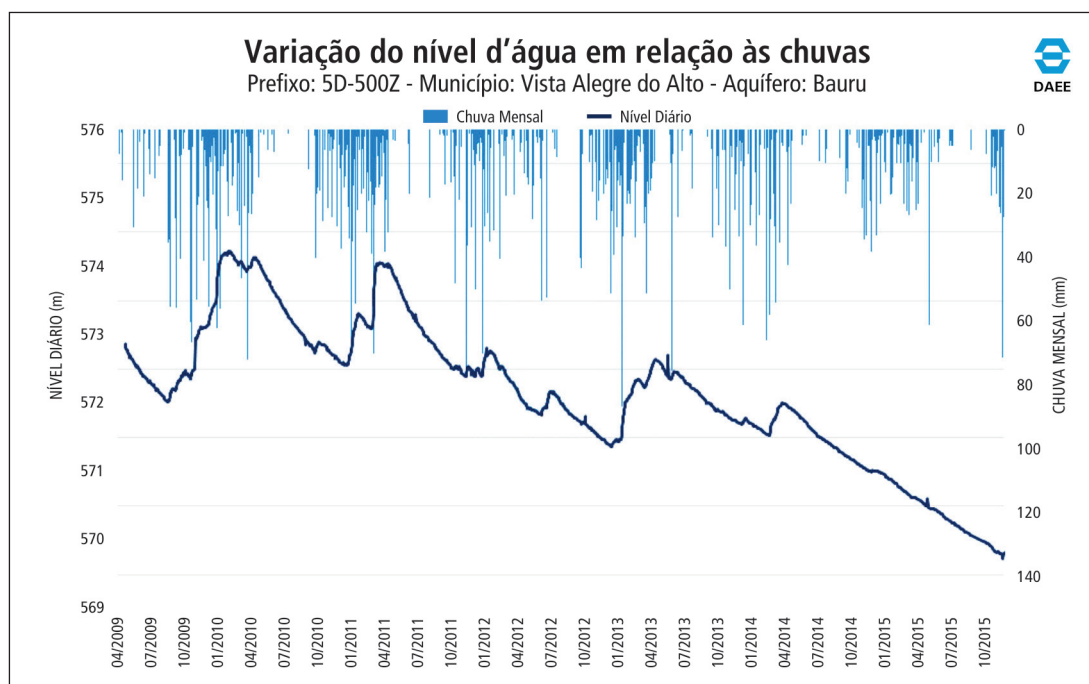
Gráfico 6.2.1 – Variação do Aquífero Bauru (freático) em Barretos em função da pluviometria.



Nota: A amplitude da variação da piezometria entre jan/2007 e out/2013 é igual a 1,1 metros.

Já o gráfico 6.2.2 refere-se à variação do aquífero freático no município de Vista Alegre em função da pluviometria.

Observa-se que a variação anual do nível no piezômetro também nesse local é de cerca de 1m até 2009. Mas, no período entre abril de 2009 e dezembro de 2015 a variação é sensivelmente maior, igual a 4,4 metros.

Gráfico 6.2.2 – Variação do Aquífero Bauru freático no município de Vista Alegre em função da pluviometria.

Quando se observam os sistemas aquíferos Bauru e Guarani, as respostas, no que se refere ao comportamento da superfície piezométrica, não são diferentes, conforme mostrado nos Gráficos 6.2.3 e 6.2.4. Essa situação, já observada anteriormente, pode ser explicada, por exemplo, por fatores relacionados à morfologia do terreno, ainda que os aquíferos tenham características litológicas distintas.

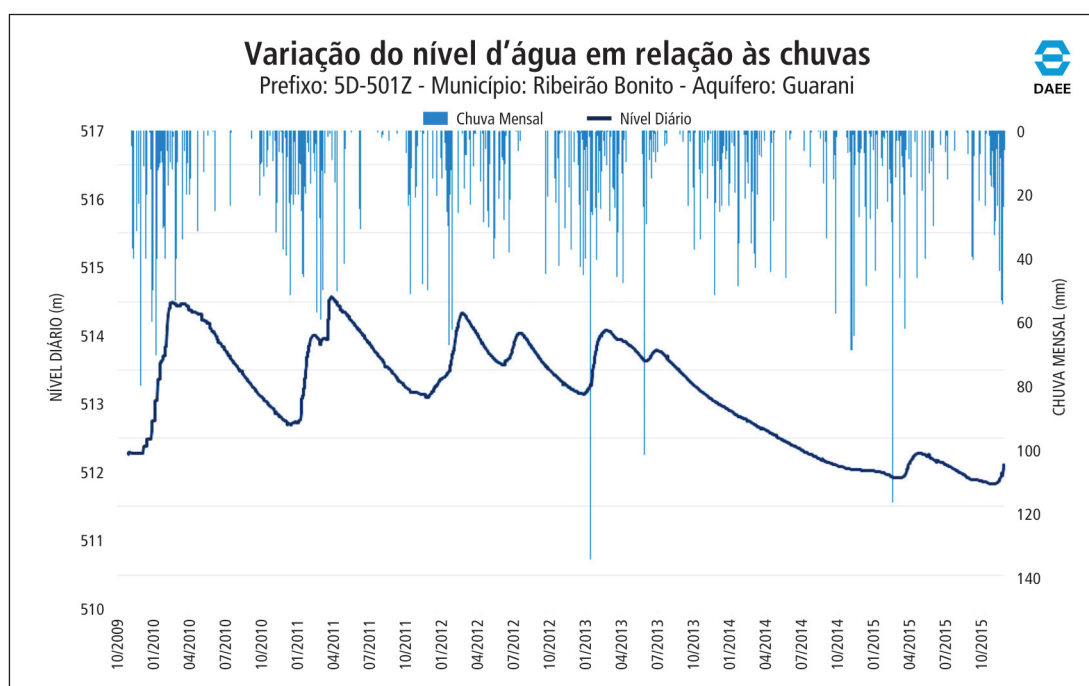
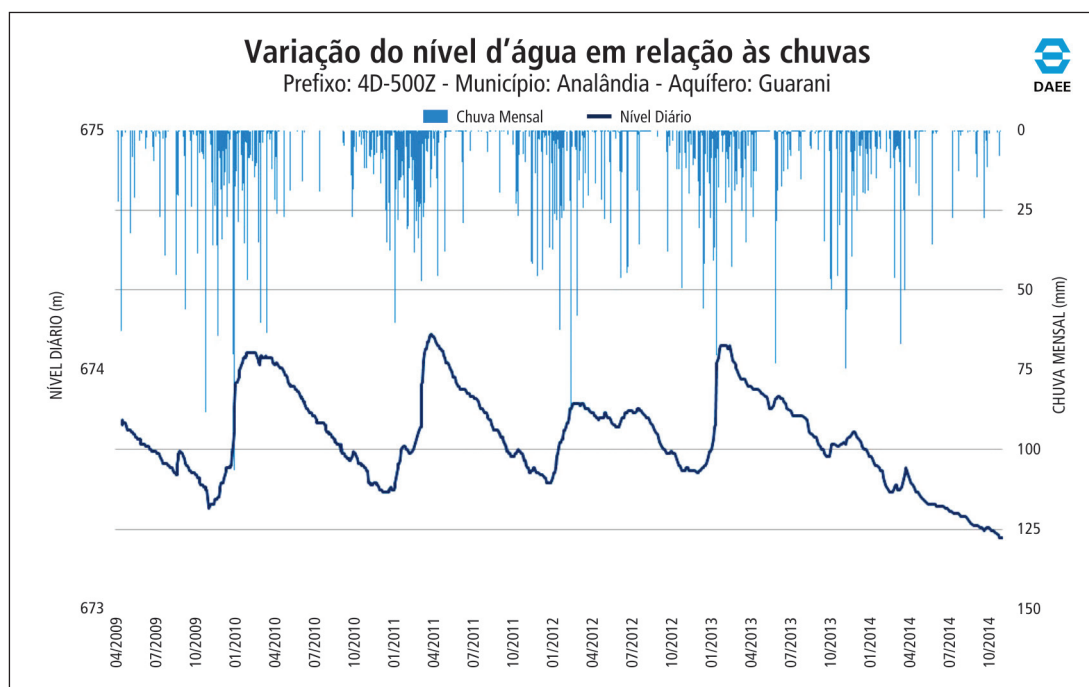
Gráfico 6.2.3 – Variação do Aquífero Guarani (freático) no município de Ribeirão Bonito, em função da pluviometria.

Gráfico 6.2.4 – Variação do Aquífero Guarani (freático) no município de Analândia, em função da pluviometria.

Outro aspecto que chama a atenção é a tendência de queda generalizada dos picos da superfície piezométrica entre os anos 2013 e 2014, na mesma proporção dos picos das precipitações, evidenciada nos gráficos 6.2.3 e 6.2.4. Uma possível explicação reside nas estiagens que atingiram partes do território brasileiro, com maior intensidade na região sudeste, nesse período.

A continuidade do monitoramento, reforçada pela ampliação da rede com a instalação de novos piezômetros, poderá trazer, no futuro, novos elementos de análise. As interpretações sobre as condições do armazenamento deverão se basear também na localização e características construtivas dos piezômetros, assim como os aspectos geológicos, geomorfológicos, uso e ocupação do solo, clima, insolação e evapotranspiração, dentre outros elementos que podem interferir nas condições de infiltração, recarga e armazenamento, escoamento e descarga dos aquíferos.

7 • Síntese da Qualidade das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo

A qualidade das águas subterrâneas avaliada pelo Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, definido a partir do percentual de amostras em conformidade com os padrões definidos na Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde foi de 81,4 a 77,5 no triênio 2013-2015, semelhante à variação observada anos de 2009 a 2012 entre 80,1 a 79,9. O IPAS vem demonstrando de um modo geral, que as águas subterrâneas do Estado de São Paulo são de boa qualidade para o consumo humano.

Em 2015 ocorreu uma diminuição do IPAS que se deve fundamentalmente ao aumento das desconformidades por parâmetros microbiológicos.

No ano de 2015 iniciou-se a avaliação da qualidade das águas do Aquicludo Passa Dois, com a inclusão de dois novos poços, que apresentaram IPAS regular.

No período de 2013 a 2015, no monitoramento de qualidade das águas subterrâneas verificou-se desconformidades em relação aos padrões de potabilidade para as substâncias nitrato, fluoreto, sulfato, alumínio, arsênio, bário, chumbo, cromo, ferro, manganês, mercúrio, sódio e urânio, além de parâmetros microbiológicos. A substância zinco também foi observada em concentrações superiores ao valor orientador de intervenção e de investigação estabelecidos, respectivamente, em nível estadual e nacional e o de vanádio acima do padrão estabelecido na Resolução CONAMA 396/2008.

Os parâmetros microbiológicos monitorados *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas e principalmente coliformes totais aumentaram significativamente sua presença. Enquanto em 2014 foram constatados 36 desconformidades relativas a esses parâmetros, em 2015 esse número aumentou para 106, nas diferentes UGRHs monitoradas.

Concentrações elevadas de nitrogênio nitrato foram observadas em 11% dos poços monitorados, similar ao triênio anterior. Concentrações acima do VMP de 10 mg N L⁻¹ foram encontradas em oito poços do Aquífero Bauru, enquanto que a presença de nitrato acima do valor de prevenção de 5 mg N L⁻¹ foi detectada nos aquíferos Bauru, Guarani, Serra Geral e Pré-Cambriano, notadamente no Aquífero Bauru. O nitrato ocorre em baixos teores nas águas subterrâneas sendo concentrações superiores a 5 mg N L⁻¹ consideradas indicativo de contaminação antrópica. O Bauru, embora nesse triênio tenha apresentado uma tendência de redução da presença desse poluente, continua sendo o aquífero com maior concentração de nitrato, ao mesmo tempo que se verificam novos registros de contaminação das águas de poços que se localizam nas áreas urbanizadas.

Os teores de cromo obtidos para a água subterrânea do Aquífero Bauru continuam excedendo o padrão de potabilidade, principalmente nos poços de abastecimento localizados nas UGRHs 9, 15, 16, 18, 19, 20, 21 e 22, fato verificado por outros estudos hidroquímicos.

As concentrações de bário acima do valor máximo permitido foram observadas no Aquífero Guarani em Ribeirão Bonito (UGRHI 13), no novo ponto do Serra Geral (Auriflama, na UGRHI 19) e no Aquífero Bauru, nos municípios de Gália (UGRHI 17), Pompéia (UGRHI 20) e Oriente (UGRHI 21).

Concentrações de fluoreto acima dos padrões da Portaria MS nº 2914/11 foram encontradas nos poços dos municípios de: Pirassununga, Cesário Lange e Mogi Guaçu, no Aquífero Tubarão; Santo Antônio da Posse, São Paulo (PC0162P), Igaratá e Itapira, no Aquífero Pré-Cambriano; Auriflama no Aquífero Serra Geral; e de Quadra e Rio Claro do Aquífero Passa Dois.

Estudos realizados sobre as concentrações naturais de flúor em águas subterrâneas do estado de São Paulo têm reportado a ocorrência de anomalias de fluoreto nos diversos aquíferos da Bacia do Paraná (FRANK *et al.*, 2007). Segundo Perroni *et al.* (1985) e Hipolyto *et al.* (2010) a origem de fluoreto nos Aquíferos Tubarão e Cristalino pode estar associada à percolação de fluidos hidrotermais relacionada aos derrames de lava do Mesozóico associados à abertura do Atlântico Sul e/ou hidrólise de minerais e argilominerais ricos em flúor.

A presença de mercúrio acima do VMP foi detectada nos seguintes pontos localizados na UGRHI 14: Ribeirão Branco (Pré-Cambriano), Itaberá e Itapeva (ambos do Aquífero Tubarão).

O novo poço localizado em Piquete (UGRHI 2), incluído na Rede em 2014 pertencente ao Aquífero Pré-Cambriano, apresentou desconformidade de urânio em 4 das cinco campanhas ocorridas.

Para vanádio foram observadas concentrações acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/2008 em alguns poços dos Aquíferos Serra Geral, Guarani e Bauru, localizados nas UGRHIs 8, 12, 15, 16, 18, 19, 20 e 21. Segundo Lopes Junior (2001) elevadas concentrações de vanádio são encontradas em rochas máficas do Serra Geral em especial basaltos e diabásios.

No presente triênio foram encontradas concentrações de zinco superiores ao valor de investigação da Resolução CONAMA 420/2009 ($1050 \mu\text{g L}^{-1}$) e da Lista dos Valores Orientadores da CETESB de 2014 ($1800 \mu\text{g L}^{-1}$) nos poços localizados nos municípios de Marília e Guarulhos.

O chumbo foi verificado em concentrações superiores ao padrão de potabilidade em apenas cinco poços, localizados nos Aquíferos Pré-Cambriano (municípios de São Paulo, Itupeva e Sete Barras), Serra Geral (Espírito Santo do Turvo) e Tubarão (Elias Fausto). No ponto de São Paulo – PC0162P foram determinadas três ocorrências acima do VMP no triênio, ocorrências recorrentes no histórico desse poço. Nos outros pontos as desconformidades ocorreram em apenas uma campanha.

Foram observadas desconformidades por arsênio no Aquífero Pré-Cambriano em três pontos da UGRHI 6 (Biritiba Mirim e Poá), Miracatu (UGRHI 11), bem como no poço PC0099P – Piedade (UGRHI 10), cujas desconformidades fazem parte de seu histórico, além de uma ocorrência no Aquífero Bauru, no poço de Andradina (UGRHI 19).

O poço localizado no município de Pirassununga (UGRHI 9) novamente apresentou em todas as amostras concentrações elevadas de boro, superiores ao valor de investigação da Resolução CONAMA 420/2009 ($500 \mu\text{g L}^{-1}$), entretanto o valor de intervenção da CETESB (2014) foi alterado para $2400 \mu\text{g L}^{-1}$, conforme proposto pela revisão do guia de valores para abastecimento público da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011). Os resultados indicam a necessidade de estudo sobre sua origem.

Os parâmetros manganês, alumínio e ferro ultrapassaram os padrões organolépticos de potabilidade da Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, entretanto, a maioria dessas ocorrências não ultrapassou os Valores de Investigação da Resolução CONAMA nº 420/09, que foram derivados com base em risco à saúde humana.

Este é o segundo triênio com resultados de qualidade para a Rede de Monitoramento Integrado Qualidade-Quantidade. Para os dois aquíferos, Bauru e Guarani, ocorreu aumento dos valores de mediana e 3º quartil para muitos parâmetros. Também foram encontrados valores acima dos padrões de potabilidade para alumínio, bário, chumbo, ferro, manganês, níquel e nitrato no Aquífero Bauru e alumínio, cádmio, chumbo, ferro e manganês no Aquífero Guarani. Em comparação com o triênio anterior muitos parâmetros apresentaram aumento dos valores de mediana e 3º quartil.

A avaliação detalhada dos resultados para IPAS, nitrato, crômio e Atividade Estrogênica será realizada nos itens 7.1 a 7.4 deste capítulo.

7.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS calculado anualmente por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos e por Aquífero, a partir dos resultados da Rede de Qualidade, é apresentado nas tabelas 7.1.1 e 7.1.2.

As tabelas destacam também os parâmetros que geraram as desconformidades das amostras de água bruta em relação aos padrões de potabilidade definidos na legislação nacional. Entre aqueles parâmetros analisados, as substâncias alumínio, ferro, cloreto, manganês, sódio e sulfato somente possuem padrões que se referem à aceitação da água ao consumo humano, definido por características organolépticas (gosto, cor e odor) e que, portanto, não representam risco à saúde.

A água bruta, que apresenta algum parâmetro desconforme quanto aos padrões recomendados pelo Ministério da Saúde para consumo humano, requer antecipadamente tratamento para sua adequação e destinação a esse uso.

O aumento do número de pontos da Rede de Qualidade, de 230 pontos em 2012 para 282 em 2015, em geral não refletiu em alteração significativa nos resultados do IPAS, tanto por UGRHI como por Aquífero.

Tabela 7.1.1 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por UGRHI.

UGRHI	2012		2013		2014		2015	
	IPAS	Parâmetros desconformes	IPAS	Parâmetros desconformes	IPAS	Parâmetros desconformes	IPAS	Parâmetros desconformes
1		Sem informação	50	Coli. Totais	0	Ferro, Manganês, Coli. Totais	50	Ferro
2	57,9	Ferro, Manganês, Coli. Totais	45	Ferro, Manganês, Cloreto, Sulfato, <i>E. coli</i> Coli. Totais, Mercúrio,	54,2	Ferro, Manganês, Fluoreto, Urânio, <i>E. coli</i> , Coli. Totais	54,2	Arsênio, Ferro, Urânio, Manganês, <i>E. coli</i> , Fluoreto, Bactérias Het., Coli. Totais
4	87,5	Alumínio, Coli. Totais	92,3	Manganês, Alumínio	80,8	Alumínio, Ferro, Manganês, Coli. Totais	89,3	Ferro, Manganês, <i>E. coli</i> , Bactérias Het., Coli. Totais
5	87,9	Fluoreto, Manganês, Ferro, Chumbo, Coli. Totais	80,6	Alumínio, Chumbo, Manganês, Fluoreto, Coli. Totais	92,1	Ferro, Fluoreto, Manganês	81,6	Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Coli. Totais, Bactérias Het.
6	62,2	Fluoreto, Alumínio, Arsênio, Chumbo, Ferro, Manganês, Coli. Totais, Bactérias Het.	76	Ferro, Manganês, Fluoreto, Bactérias Het.	70	Ferro, Fluoreto, Manganês, Bactérias Het., Coli. Totais	66	Arsênio, Chumbo, Ferro, Manganês, Fluoreto, Coli. Totais, Bactérias Het.
8	95	Alumínio, Chumbo, Ferro	100		95,5	Coli. Totais	91,7	Coli. Totais, <i>E. coli</i> , Ferro
9	80,6	Fluoreto, Chumbo, Ferro, Coli. Totais	92,9	Ferro, Manganês, Crômio Total, Coli. Totais, <i>E. coli</i>	90	Ferro, Fluoreto, Coli. Totais	84,4	Fluoreto, <i>E. coli</i> , Coli. Totais
10	65	Arsênio, Manganês, Ferro, Bactérias Het.	90,9	Arsênio, Manganês	80,8	Arsênio, Fluoreto, Manganês, Sódio	64,3	Fluoreto, Arsênio, Sódio, Ferro, Manganês, Sulfato, Bactérias Het.
11	50	Arsênio, Chumbo, Ferro, Manganês, <i>E. coli</i> , Coli. Totais	60	Ferro, Manganês, Chumbo, Coli. Totais, <i>E. coli</i>	44,4	Arsênio, Ferro, Manganês, Coli. Totais, Bactérias Het., <i>E. coli</i>	44,4	Ferro, Manganês, <i>E. coli</i> , Coli. Totais, Bactérias Het.
12	100	-	100		88,9	Ferro, Coli. Totais	85	Ferro, Coli. Totais, Bactérias Het.
13	85,3	Nitrato, Chumbo, Ferro, Manganês, Bário, Bactérias Het.	88,2	Bário, Nitrato	91,2	Bário, Ferro, Coli. Totais	91,7	Nitrato, Bário, Coli. Totais
14	88,9	Alumínio, Ferro, Coli. Totais, Bactérias Het.	96,4	Coli. Totais	92,9	Ferro, Manganês, Bactérias Het.	92,9	Mercúrio
15	93,8	Fluoreto, Coli. Totais, Bactérias Het.	90,6	Crômio Total, Nitrato	85,3	Crômio Total, Ferro, Bactérias Het.	73,5	Crômio, Ferro, <i>E. coli</i> , Selênio, Coli. Totais
16	90	Crômio Total, Coli. Totais	90	Crômio Total, Nitrato	86,4	Crômio Total, Ferro, Coli. Totais	96,7	Crômio, Coli. Totais
17	94,4	Bactérias Het.	90	Bário, Bactérias Het.	86,7	Bário, Selênio, Coli. Totais	90,6	Bário, Bactérias Het.
18	70,8	Chumbo, Crômio Total	50	Crômio Total	54,2	Crômio Total	37,5	Crômio, Nitrato, <i>E. coli</i> , Coli. Totais
19	58,3	Nitrato, Crômio Total, <i>E. coli</i> , Coli. Totais	66,7	Crômio Total, Fluoreto, Nitrato, Sódio, Sulfato, Bactérias Het., Coli. Totais	85,7	Crômio Total, Ferro, Fluoreto, Sódio	80	Arsênio, Sódio, Crômio, Fluoreto, Nitrato, Sulfato
20	85,7	Bário, <i>E. coli</i> , Coli. Totais	82,1	Bário, Crômio Total, Nitrato	86,7	Bário, Crômio Total, Ferro, Bactérias Het., Coli. Totais	76,7	Bário, Crômio, Nitrato, Ferro, Coli. Totais, Bactérias Het.
21	67,9	Crômio Total, Bário	60,7	Bário, Crômio Total, Nitrato	70	Crômio Total, Alumínio, Bário	66,7	Crômio, Nitrato, Bário
22	94,4	Coli. Totais	94,4	Coli. Totais	90	Crômio Total, Alumínio, Coli. Totais	100	-
Estado	79,9		81,4		80,5		77,5	

Qualidade das águas subterrâneas: ■ Ruim (0-33); ■ Regular (33,1-67); ■ Boa (67,1-100)

Tabela 7.1.2 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por Aquífero.

Aquífero	2012		2013		2014		2015	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
Bauru	78,5	Bário, Chumbo, Crômio, Fluoreto, Nitrato, Coliformes Totais, Bactérias Heterotróficas, <i>Escherichia coli</i>	71,3	Bário, Crômio, Fluoreto, Nitrato, Coliformes Totais, Bactérias Heterotróficas, <i>Escherichia coli</i>	76,5	Bário, Crômio, Ferro, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	76,5	Arsênio, Crômio, Ferro, Fluoreto, Bário, Nitrato, <i>Escherichia coli</i> , Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais
Serra Geral	96,4	Alumínio, Chumbo, Ferro, Bactérias Heterotróficas	90,3	Alumínio, Ferro, Bactérias Heterotróficas	93,5	Ferro, Fluoreto, Selênio, Sódio, Bactérias Heterotróficas	95,1	Crômio, Fluoreto, Ferro, Sódio, Sulfato, Coliformes Totais, Bactérias Heterotróficas
Guarani	92,1	Alumínio, Bário, Chumbo, Ferro, Manganês, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	96,3	Alumínio, Ferro, Manganês, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	93,3	Alumínio, Bário, Ferro, Manganês, Coliformes Totais	90,7	Bário, Selênio, <i>Escherichia coli</i> , Ferro, Manganês, Coliformes Totais, Bactérias Heterotróficas
Tubarão	71,1	Alumínio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Sódio, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	91,3	Alumínio, Ferro, Manganês, Sódio, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	80	Ferro, Fluoreto, Manganês, Sódio, Bactérias Heterotróficas	74	Ferro, Manganês, Fluoreto, Sódio, Mercúrio, Sulfato, Coliformes Totais, Bactérias Heterotróficas
Pré-Cambriano	65,2	Alumínio, Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	73,6	Alumínio, Ferro, Fluoreto, Cloreto, Sulfato, Manganês, Mercúrio, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	69,5	Arsênio, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	66,7	Arsênio, Chumbo, Ferro, Manganês, Fluoreto, Urânio, <i>Escherichia coli</i> , Coliformes Totais, Bactérias Heterotróficas
Taubaté	72,7	Ferro, Manganês, Coliformes Totais	50	Ferro, Manganês, Coliformes Totais	58,3	Ferro, Manganês, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	75	Arsênio, Ferro, Manganês, <i>Escherichia coli</i> , Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais
São Paulo	50	Ferro, Manganês	83,3	Ferro, Manganês, Bactérias Heterotróficas	66,7	Manganês, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	20	Ferro, Manganês
Aquiclude Passa Dois	Sem informação		Sem informação		Sem informação		33,3	Ferro, Fluoreto, Bactérias Heterotróficas
Estado	79,9		81,4		80,5		77,5	

Qualidade das águas subterrâneas: ■ Ruim (0-33); ■ Regular (33,1-67); ■ Boa (67,1-100)

As águas subterrâneas da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema têm apresentado a melhor qualidade entre as UGRHIs monitoradas, ocorrendo apenas três desconformidades no triênio atual; duas em Marabá Paulista, por coliformes totais nas segundas campanhas de 2013 e 2014, e uma em Santo Anastácio, pela presença de crômio acima do valor máximo permitido na segunda campanha de 2014. No ano de 2015 não foi observada nenhuma desconformidade dos parâmetros monitorados.

A qualidade das águas vem sendo considerada boa nas UGRHIs: 4 – Pardo, 5 – Piracicaba Capivari e Jundiá, 6 – Alto Tietê, 8 – Sapucaí e Grande, 9 – Mogi-Guaçu, 10 – Sorocaba-Médio Tietê, 12 – Baixo Pardo e Grande, 13 – Tietê - Jacaré, 14 – Alto Paranapanema, 15 – Turvo - Grande, 16 – Tietê - Batalha, 17 – Médio Paranapanema, 20 – Aguapeí e 22 – Pontal do Paranapanema.

Em 2015 ocorreu uma queda do IPAS das UGRHIs 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 19, 20 e 21, devido ao aumento da presença de contaminantes microbiológicos.

O aumento do número de pontos na UGRHI 19 possibilitou melhor representatividade do monitoramento, o que repercutiu no IPAS de 2014 e 2015, mais elevados em relação aos anos anteriores.

Os menores valores de IPAS entre 2013 e 2015 foram obtidos nas UGRHIs 2 – Paraíba do Sul, 11 – Ribeira do Iguape e Litoral Sul e 18 – São José dos Dourados, a exemplo do ocorrido nos períodos anteriores. O cálculo do IPAS na UGRHI 1 iniciou-se em 2013, contando com apenas um ponto de monitoramento, sendo que seu índice variou entre regular (2013 e 2015) e ruim (2014).

Os pontos dos aquíferos Pré-Cambriano e Taubaté apresentaram qualidade das águas subterrâneas variando entre regular e boa no triênio 2013-2015. O Aquífero São Paulo, que conta com quatro pontos de monitoramento, apresentou índice que mostrou variação da qualidade durante o triênio: de boa (2013); regular (2014); e ruim (2015). Esse aquífero vem apresentando, grande variabilidade de seu índice desde 2007, quando se iniciou o cálculo do IPAS.

Apesar do IPAS baixo, as desconformidades dos pontos do Aquífero São Paulo são relativas aos padrões de potabilidade de ferro e manganês, que representam características organolépticas indesejáveis para o consumo da água *in natura*. O mesmo não ocorre para o Aquífero Pré-Cambriano, cujas desconformidades são para substâncias com potencial de risco à saúde, como arsênio e chumbo, indicando a necessidade de tratamento da água para o consumo. O Aquífero Taubaté, que contou no triênio com seis pontos de monitoramento apresentou nesse triênio contaminação em cinco pontos, fundamentalmente pela contaminação microbiológica em 2015. O poço TA0189P de Guararema apresentou concentração de arsênio na segunda campanha de 2015, de forma inédita.

Para o Aquífero Bauru o indicador mostra boa qualidade das águas apesar das elevadas concentrações de nitrato e crômio detectadas. É o aquífero de maior área de afloramento do estado, abrangendo o oeste de São Paulo, e que apresenta condições de qualidade diferenciadas entre as UGRHIs.

Os pontos dos Aquíferos Guarani, Serra Geral e Tubarão apresentaram no triênio qualidade boa de água, a exemplo de todos os anos anteriores nos quais foi realizado o cálculo do IPAS. As desconformidades anotadas ocorrem de forma recorrente nos mesmos pontos de monitoramento.

O Aquífero Passa Dois, com três pontos, teve a qualidade de suas águas avaliada em 2015, apresentando indicador regular.

7.2 Nitrato

Nas águas subterrâneas é comum a ocorrência de baixos teores do íon nitrato, substância que representa o estágio final da degradação da matéria orgânica. Em concentrações acima de 5 mg N L⁻¹ é indicativo de contaminação antrópica (FEITOSA e MANOEL FILHO, 2008) e acima de 10 mg N L⁻¹ pode causar risco à saúde humana (Portaria MS nº 2914/11), com aparecimento de doenças como a metahemoglobinemia (cianose) e o câncer gástrico.

A CETESB adotou a concentração de 5 mg N L⁻¹ como valor de prevenção - VP para definir ações preventivas e regras para aplicação de resíduos em solos agrícolas, nos processos de licenciamento e fiscalização ambiental, e a concentração de 10 mg N L⁻¹, como valor orientador de intervenção para o gerenciamento de áreas contaminadas.

As principais fontes antrópicas difusas fornecedoras de compostos nitrogenados são: aplicação de fertilizantes orgânicos e sintéticos nitrogenados, utilização de fossas sépticas ou negras, vazamentos das redes coletoras de esgoto e influência de rios contaminados na zona de captação de poços. Segundo Reynolds-Vargas *et al.* (2006, *apud* VARNIER *et al.*, 2010) o nitrato é o contaminante que apresenta a maior frequência em aquíferos de todo o mundo e é utilizado mundialmente como indicador de poluição das águas subterrâneas devido a sua alta mobilidade, podendo atingir extensas áreas.

A contaminação de aquíferos por compostos nitrogenados nos seus diferentes estados de oxidação: nitrogênio amoniacal e albuminóide, nitrito e nitrato e suas diversificadas procedências tem sido documentada em todo o mundo. Foster *et al.* (2002) constataram que na maioria das cidades de países em desenvolvimento, o rápido crescimento da população urbana tem resultado em grandes áreas com fossas sépticas para tratamento de esgotos. Os contaminantes comumente associados a estes sistemas, além dos compostos nitrogenados (estágios de decomposição do nitrogênio orgânico → amônia → nitrito → nitrato), são os contaminantes microbiológicos (bactérias patogênicas, vírus e protozoários) e em alguns casos, substâncias orgânicas sintéticas.

No Brasil, segundo a Agência Nacional das Águas (BRASIL, 2006) a falta de saneamento na zona urbana vem acarretando elevadas concentrações de nitrato na água subterrânea, além da presença de bactérias patogênicas e vírus. O percentual de domicílios particulares permanentes atendidos por rede geral de esgoto sanitário no estado de São Paulo, em 2014, foi de 90,45%, segundo pesquisa IBGE (2014). Além disso, nas duas últimas décadas houve grande aumento das áreas cultivadas, onde o uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, orgânicos ou sintéticos tem favorecido o aparecimento de nitrato nas águas subterrâneas das áreas rurais, onde outras fontes também devem ser consideradas, como a criação de animais.

No estado de São Paulo o Aquífero Bauru, por comportar-se principalmente como um aquífero livre e possuir grande área de afloramento, tem apresentado o maior número de poços com resultados de nitrato superiores ao VP ou VMP (CETESB, 2010).

Estudos realizados no estado associam as concentrações elevadas de nitrato em poços que captam água desse aquífero às porções mais antigas das áreas urbanas, onde se concentraram fossas negras e sépticas, a vazamentos de redes coletoras de esgotos e áreas de deposição de resíduos (GODOY, 2004; GIAFFERIS e OLIVEIRA, 2006; VARNIER *et al.* 2009 e 2010; IG/DAEE, 2011) e também em áreas rurais (CASAGRANDE, 2009).

Resultados recentes do projeto “Padrões de Ocupação Urbana e Contaminação por Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, Centro-Oeste do Estado de São Paulo”, executado pelo Instituto Geológico/SMA, permitiram avaliar as tendências de incremento nas concentrações de nitrato nas águas subterrâneas, ao longo do tempo e espaço, frente aos padrões de ocupação urbana nos municípios de Bauru, Marília e Presidente Prudente. Foi estabelecida a correspondência entre concentrações mais elevadas de nitrato com as áreas mais antigas e áreas densamente ocupadas dos núcleos urbanos, onde há presença de fossas desativadas, rede coletora de esgotos mais antiga e com maior possibilidade de vazamento (VARNIER *et al.*, 2012).

O estudo permitiu definir critérios de zoneamento das áreas urbanas em função da probabilidade de ocorrência de concentrações de nitrato, associadas à idade e densidade de urbanização e uma série de propostas de medidas de proteção, no que concerne a monitoramento, medidas reguladoras, técnicas construtivas de poços e planejamento urbano (VARNIER *et al.*, 2012).

Em áreas agrícolas o maior potencial de lixiviação de nitrato está relacionado às áreas de cultivo intensivo, áreas irrigadas e áreas drenadas (JADOSKI *et al.*, 2010). A CETESB em conjunto com o laboratório LEBAC da UNESP realizou estudo da qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Bauru em áreas rurais dos municípios de São José do Rio Preto e Bauru em 2012. Das 60 áreas agrícolas amostradas no município de São José do Rio Preto, nove pontos (15%) apresentaram resultados que ultrapassam o VP e inferiores ao VMP e, em dois (3%) verificou-se resultado acima do VMP (Moura *et al.*, 2015 ABAS). Para o município de Bauru, das 60 áreas amostradas, 10 (17 %) apresentaram resultados entre o VP e o VMP, e 3 (5%) acima do VMP (Moura *et al.*, 2013 CIMAS; MOURA, 2014).

Os resultados da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas do triênio 2013 - 2015 mostram que houve redução no número de poços com concentrações elevadas de nitrato em relação ao triênio anterior (Tabela 7.2.1).

Oito poços que captam água do Aquífero Bauru apresentaram pelo menos uma amostra com resultado igual ou acima do padrão de potabilidade, e em outros vinte e quatro as concentrações de nitrato estiveram entre o VP e o VMP, o que corresponde, respectivamente, a 2,8% e 8,7% dos poços monitorados. No triênio anterior foram registrados 3% dos poços com resultados acima do VMP e 9% acima entre o VP e VMP (CETESB, 2013).

Dos poços que apresentaram resultados entre o VP e o VMP, dezenove são do Aquífero Bauru, sendo cinco poços novos: três do Guarani, um no Serra Geral e um no Pré-Cambriano. Nenhum resultado acima do VMP foi observado em 2014, o ano da grande seca, mas neste ano ocorreram resultados acima do VP.

No Aquífero Bauru, a porcentagem de poços monitorados com concentrações de nitrato que ultrapassa o valor máximo permitido é semelhante desde o triênio 2007 e 2009, enquanto há uma tendência de redução do número de poços que apresentam concentração de nitrato acima do VP (Gráfico 7.2.1).

Quando se avalia os gráficos do capítulo 5 para a série histórica dos pontos nos quais as concentrações de nitrato ultrapassaram os valores de prevenção, verifica-se que nas campanhas semestrais de 2013 e, principalmente, de 2014 houve uma redução significativa dessas concentrações. Entretanto, em 2015 o nitrato aumentou novamente nas águas. Este fato pode estar relacionado ao episódio da seca que ocorreu nesse triênio.

A redução do número de amostras com concentração acima do VP levou à diminuição dos valores de mediana (1,2 mg L⁻¹) e 3º quartil (3,3 mg L⁻¹), embora continuem a ser os mais elevados dentre os aquíferos monitorados. O Gráfico 7.2.2 apresenta a tendência dessas variáveis a partir do triênio 2001-2003, e mostra um pico entre 2006-2008, no qual o 3º quartil ultrapassa o VP e, a partir desse período, ocorre um decréscimo desses valores, retornando à condição semelhante ao verificado há 14 anos.

Tabela 7.2.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹) ou do valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no período de 2004 a 2015 (continua).

Aquífero	UGRHI	Município	Ponto CETESB	Amplitude de variação do nitrato por triênio (mg N L ⁻¹)			
				2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015
Bauru	13	Bauru	BA 0232P	--	--	9,00 - 12,0	2,50 - 12,0
	15	Cajobi	BA 0023P	0,87 - 6,15	2,26 - 7,51	2,64 - 7,20	2,16 - 3,00
		Catiguá	BA 0031P	0,43 - 2,06	1,91 - 6,93	2,49 - 3,01	2,81 - 3,00
		Macedônia	BA 0065P	<0,20 - 5,19	0,99 - 1,84	0,10 - 2,12	1,00 - 1,45
		Palestina	BA 0265P	--	--	4,33 - 5,19	4,29 - 5,00
		Pedranópolis	BA 0095P	0,47 - 5,08	4,00 - 4,64	4,18 - 5,40	3,97 - 5,00
		São José do Rio Preto	BA 0127P	0,38 - 7,92	6,96 - 8,39	8,26 - 9,14	4,33 - 5,19
		Palmares Paulista	BA0087P	-	-	-	4,18 - 5,40
		Santa Adélia	BA0332P	-	-	-	8,26 - 9,14
		Uchôa	BA 0147P	1,16 - 6,90	2,66 - 3,79	3,16 - 4,44	2,87 - 4,00
	16	Avaí	BA 0010P	0,21 - 4,52	4,77 - 6,57	5,19 - 8,61	1,20 - 7,48
		Ibirá	BA 0246P	--	--	4,08 - 5,65	4,22 - 5,77
		Potirendaba	BA 0103P	0,40 - 1,22	1,16 - 2,11	0,12 - 5,7	1,00 - 4,36
		Balbinos	BA0336P	-	-	-	<1,00 - 5,30
		Presidente Alves	BA 0104P	<0,20 - 3,37	2,98 - 4,09	3,46 - 6,58	1,10 - 6,10
	18	Dirce Reis	BA 0026P	0,31 - 1,02	1,02 - 1,57	0,89 - 2,17	2,00 - 25,6
		General Salgado	BA 0042P	<0,20 - 3,34	5,19 - 5,35	desativado	desativado
		Guzolândia	BA 0293P	--	--	2,79 - 8,61	4,00 - 13,0
		Jales	BA 0059P	0,54 - 2,61	5,98 - 10,9	6,71 - 11,3	6,17 - 7,00
	19	Andradina	BA 0006P	13,9 - 28,6	14,0 - 20,0	17,0 - 19,0	<1,0 - 22,0
		Bilac	BA 0014P	2,60 - 3,47	<0,10 - 5,32	<0,10 - 3,77	<1,0 - 3,54
		Guaraçaí	BA 0044P	<0,30 - <0,30	0,20 - 5,63	0,23 - 1,35	<1,0 - 2,3
		Murutinga do Sul	BA 0076P	5,69 - 11,6	4,65 - 7,03	5,85 - 7,63	1,10 - 5,54
	20	Clementina	BA 0028P	<0,30 - 5,97	6,67 - 7,89	6,78 - 8,00	2,00 - 11,0
		Monte Castelo	BA 0073P	5,00 - 8,03	4,42 - 8,68	3,73 - 5,72	1,40 - 5,84
		Nova Independência	BA 0079P	3,75 - 7,83	5,47 - 7,21	4,27 - 8,14	1,30 - 6,43
		Panorama	BA 0088P	2,45 - 3,24	2,67 - 6,03	2,05 - 3,87	<1,0 - 5,59
		Parapuã	BA 0090P	0,45 - 8,66	5,95 - 10,4	9,50 - 12,0	2,40 - 12,0
		Pompéia	BA 0211P	--	1,60 - 12,4	1,77 - 2,37	<1,0 - 2,28

Tabela 7.2.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹) ou do valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no período de 2004 a 2015 (conclusão).

Aquífero	UGRHI	Município	Ponto CETESB	Amplitude de variação do nitrato por triênio (mg N L ⁻¹)			
				2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015
Bauru	20	Pompéia	BA 0203P	7,17	3,97 – 8,24	2,46 – 8,70	1,60 - 4,00
		Santa Mercedes	BA 0123P	3,66 – 6,06	4,19 – 5,10	3,10 – 5,46	1,00 - 4,95
		Tupã	BA 0146P	0,43 – 6,86	6,72 – 8,37	7,08 – 10,0	1,5 – 10,0
		Valparaíso	BA 0149P	2,65 – 8,70	2,52 – 9,77	3,42 – 12,0	<1,0 - 5,1
	21	Alfredo Marcondes	BA 0002P	<0,20 - <0,30	<0,10 – 9,23	0,03 – 0,26	<1,0 - 0,40
		Álvares Machado	BA 0158P	0,30 – 1,62	0,10 – 12,2	<0,03 – 0,28	<0,20 - 0,05
		Caiabú	BA 0022P	<0,20 - <0,30	0,11 – 5,95	<0,03 – 0,38	<1,0
		Flórida Paulista	BA 0040P	2,87 – 8,06	<0,30 – 9,22	4,65 – 8,28	1,1 – 11,2
		Inúbia Paulista	BA 0052P	9,62 – 11,2	5,95 – 11,0	8,05 – 11,0	1,2 – 7,0
		Irapuru	BA 0054P	<0,20 – 6,06	<0,10 – 7,01	0,06 – 0,29	desativado
		Mariápolis	BA 0066P	1,12 – 2,29	<0,3 – 2,51	1,98 – 5,89	<1,0 - 3,7
		Oriente	BA0085P	--	1,13 – 5,63	2,32 - desativado	desativado
		Presidente Prudente	BA 0191P	1,29 – 6,06	0,47 – 1,70	0,33 – 1,81	desativado
		Quatá	BA 0107P	0,382 – 5,72	<0,03 – 0,15	0,62 – 2,39	<1,0 - 2,2
		Bastos	BA0339P	-	-	-	1,2 – 6,1
		Sagres	BA 0117P	1,21 – 7,07	2,07 – 6,63	0,50 – 9,08	<1,0 - 7,3
	22	Pirapozinho	BA0100P	-	-	-	<1,0 - 6,3
		Teodoro Sampaio	BA 0144P	<0,30 – 6,78	0,55 – 1,57	0,82 – 1,12	<1,0 - 1,2
Serra Geral	8	Miguelópolis	SG 0288P	--	--	0,27 – 8,2	0,07 - 6,92
	13	Boracéia	SG 0015P	<0,20 - <0,30	0,17 – 5,25	0,10 – 0,41	<1,0 - 0,35
		Dourado	SG 0033P	0,20 – 7,91	0,68 – 7,03	0,71 – 0,94	0,67 - 0,90
	22	Regente Feijó	SG 0188P	<0,20 – 8,88	<0,10 – 3,96	0,03 – 0,25	<0,20 - 0,25
Guarani	10	Botucatu	GU 0016P	<0,20 – 6,66	4,63 – 5,70	4,72 – 5,7	4,2 - 5,86
	12	Orlândia	GU 0086P	4,75 – 10,2	<0,20 – 7,23	0,05 – 6,76	<0,05 - 6,66
	13	Bauru	GU 0013P	<0,20 - 11,7	<0,10 – 5,32	<0,03 – 0,27	<0,20 - 0,04
		Ribeirão Bonito	GU 0111P	<0,20 – 6,93	0,50 – 7,10	6,27 – 7,16	6,59 – 8,00
	16	Matão	GU 0068P	0,10 – 0,42	<0,20 - 13,7	0,15 – 0,28	<0,20 - 0,28
Pré-Cambriano	6	São Bernardo Campo	PC 0190N	<0,20 – 7,81	10,2 – 11,4	9,44 – 11,7	desativado
	9	Itapira	PC0328P	--	--	--	3,43 - 7,47

Gráfico 7.2.1 – Distribuição percentual dos poços do SAB segundo classes de concentração de nitrato, no período de 2001 a 2015.

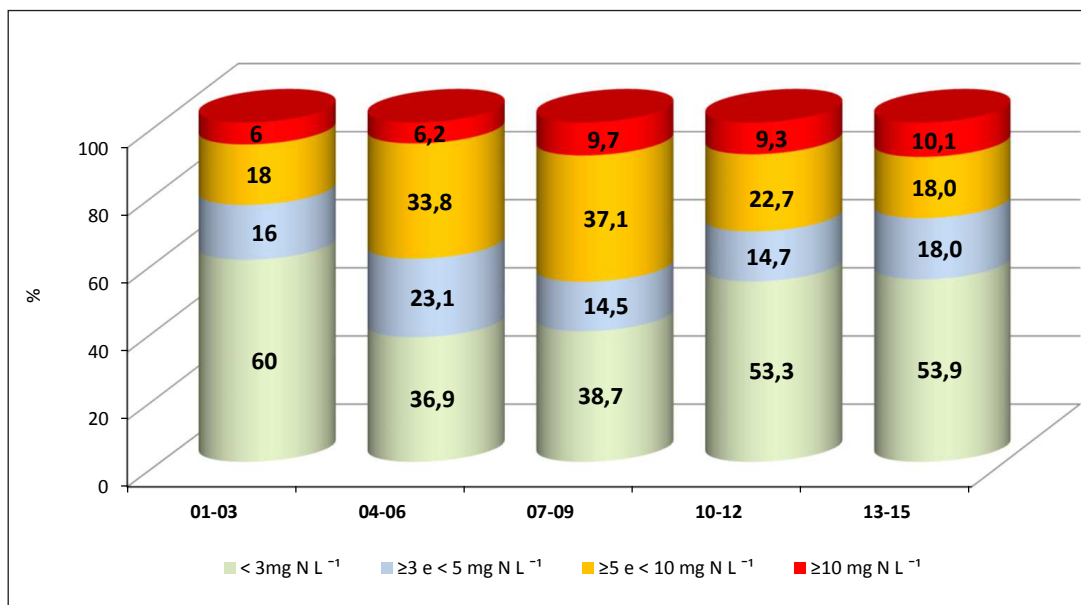
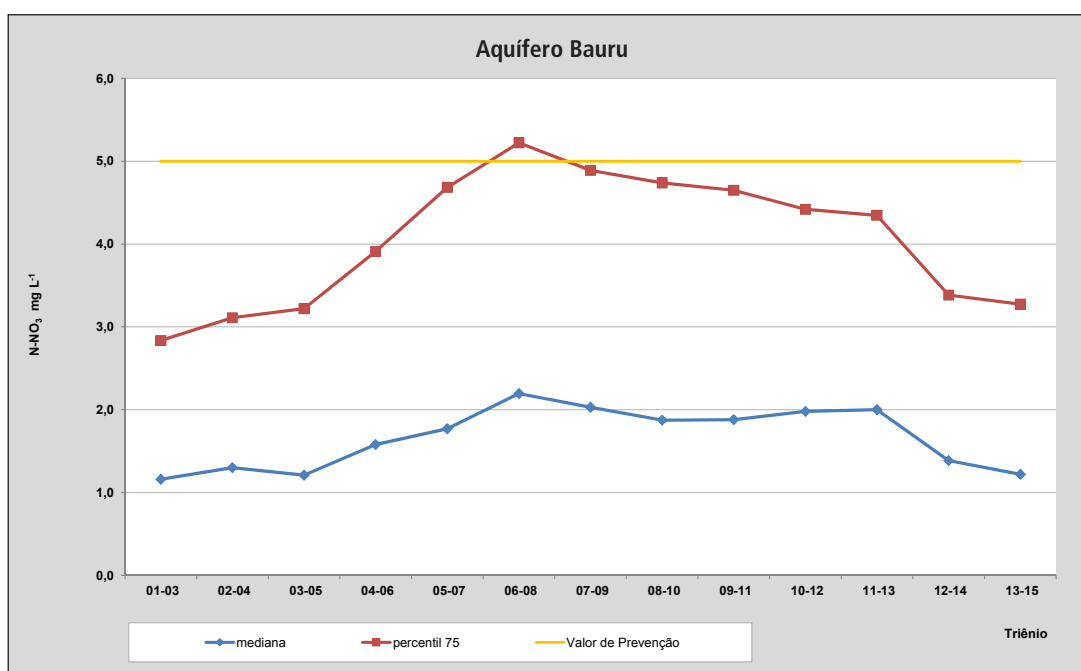


Gráfico 7.2.2 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru, no período de 2001 a 2015.



A UGRHI 20 foi aquela que apresentou o maior número de poços com elevadas concentrações de nitrato, seguido das UGRHIs 21 e 15. Para a UGRHI 20 foi verificado que 47% dos poços mostraram resultados acima do VP ou VMP. No triênio anterior essa UGRHI apresentava em 57% dos poços resultados elevados de nitrato (CETESB, 2013).

O Aquífero Bauru é o principal manancial de água para a maioria dos municípios do oeste paulista e deve ser protegido contra a poluição para o uso sustentável (MODESTO *et al.*, 2009), preocupação a ser considerada na gestão dos recursos hídricos principalmente nas UGRHIs 15, 16, 19, 20 e 21 que apresentaram o maior número de poços com elevadas concentrações de nitrato, sendo que na UGRHI 15 ainda ocorre tendência de elevação das concentrações de nitrato. As UGRHIs 16 e 19 reverteram o quadro do triênio anterior no qual se observava 3º quartil de nitrato superior ao VP.

Diante do cenário da presença de nitrato nas águas subterrâneas do Aquífero Bauru do estado de São Paulo, a Câmara Técnica de Águas Subterrâneas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos criou um grupo de trabalho que recomendou em 2014 a adoção de alguns procedimentos relacionados à outorga, o fomento à melhoria dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto, e a realização de diagnósticos e intensificação do monitoramento em áreas urbanas e rurais que apresentem concentrações superiores ao VP.

No estado, a Portaria do DAEE nº 65/2013 delimitou uma área de restrição do uso das águas subterrâneas no município de Monte Azul Paulista devido à presença de nitrato e cloreto.

Nos aquíferos Guarani e Serra Geral os pontos que apresentaram concentrações superiores ao VP foram os mesmos do triênio anterior representando, respectivamente, 5,6 % e 2,4 % dos poços amostrados. No Pré-Cambriano, as elevadas concentrações foram obtidas somente em um poço novo, sendo desativada a exploração de água na nascente aonde no triênio anterior foi verificada ultrapassagem do VMP.

Nos gráficos 7.2.3 e 7.2.4 pode-se observar a evolução das concentrações de nitrato nos últimos quatorze anos para os Aquíferos Pré-Cambriano e Serra Geral, que assim como o Bauru, apresentavam tendência de elevação nas concentrações de nitrato até o triênio 2007-2009.

No Aquífero Pré-Cambriano, tanto a mediana como o 3º quartil apresentam-se estabilizados, com valores inferiores a $1,0 \text{ mg L}^{-1}$.

O Aquífero Serra Geral continua a mostrar tendência de aumento na mediana e no 3º quartil, mas ainda se mantém inferior a $3,0 \text{ mg L}^{-1}$. No triênio anterior não foi verificado incremento na mediana (CETESB, 2013). Contudo, quando se analisa a porcentagem de poços por classes de concentrações de nitrato não se verifica diferença com o triênio anterior (Gráfico 7.2.5). A tendência do aumento da mediana e do 3º quartil pode estar sendo influenciada devido à parte das amostras apresentar limite de quantificação mais elevado do que aqueles utilizados em anos anteriores. É necessário, portanto, aguardar os resultados do próximo período de monitoramento para confirmar tal tendência.

Os resultados, embora bem inferiores aos do Aquífero Bauru, indicam que também nos aquíferos Serra Geral e Pré-Cambriano existe alteração pontual da qualidade da água por nitrato, decorrente de atividades antropogênicas.

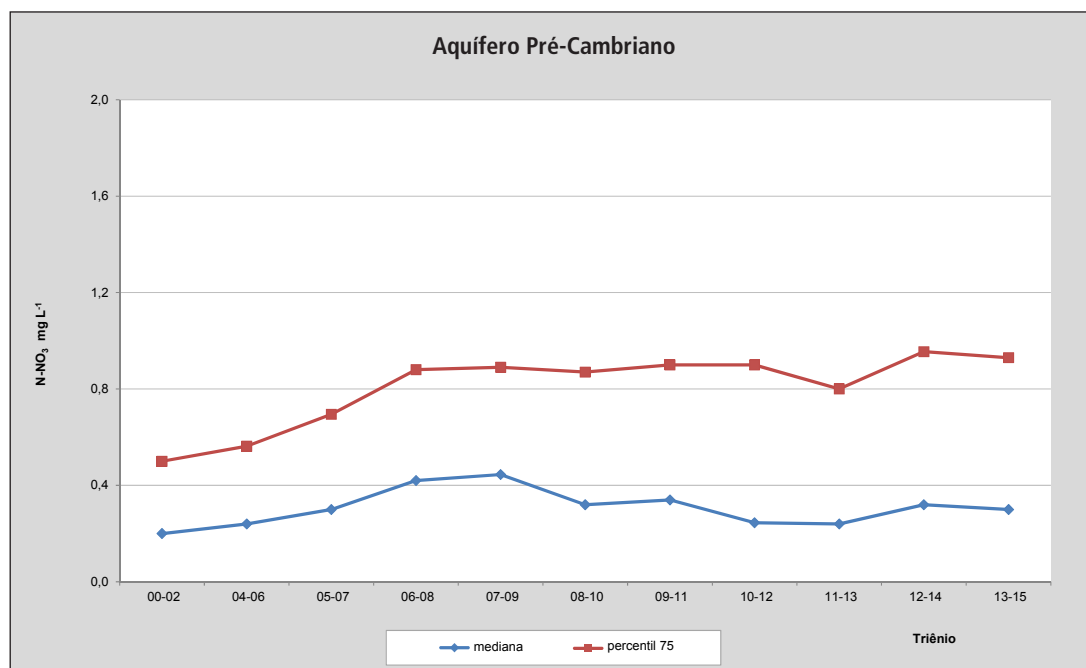
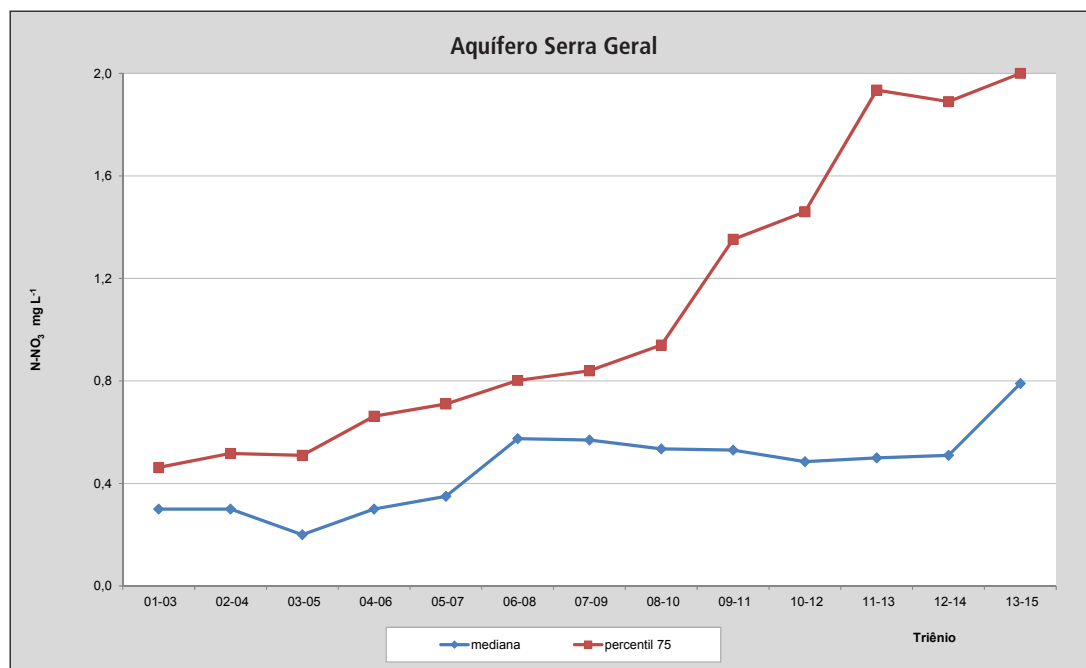
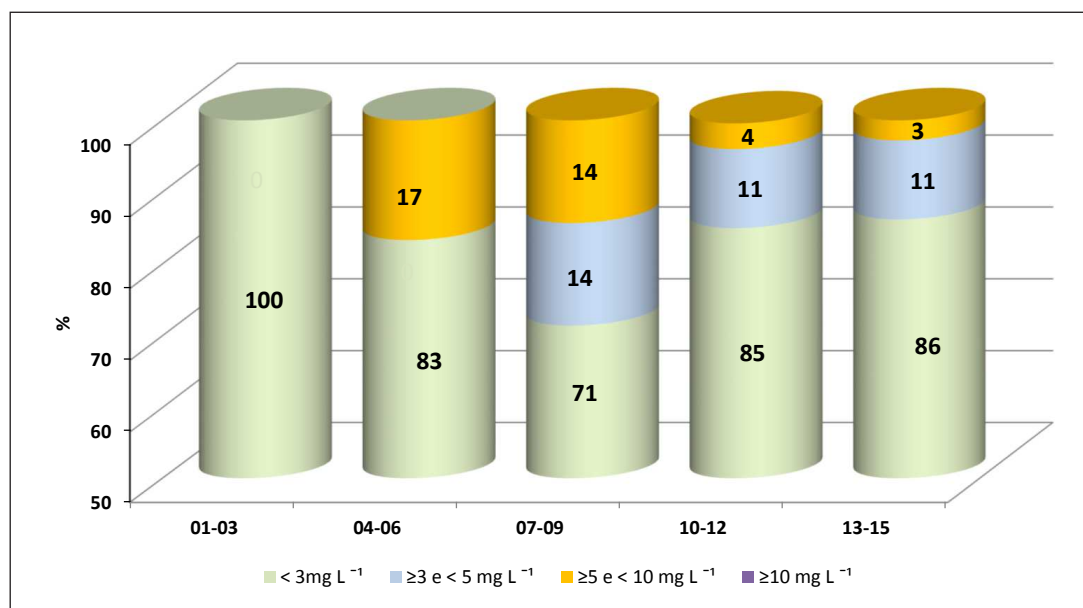
Gráfico 7.2.3 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Pré-Cambriano, no período de 2001 a 2015.**Gráfico 7.2.4** – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Serra Geral, no período de 2001 a 2015.

Gráfico 7.2.5 – Série histórica do percentual de poços do Aquífero Serra Geral, segundo as concentrações de nitrato, no período de 2001 a 2015.



Para os pontos da Rede de Monitoramento Integrado, que monitoram o aquífero freático, em áreas rurais, o 3º quartil do nitrato (3,9 mg N L⁻¹) foi um pouco mais elevado do que na Rede de Qualidade (3,3 mg N L⁻¹). No triênio anterior era 4,6 mg N L⁻¹ mostrando uma redução significativa. Entretanto, a mediana apresentou uma elevação de 1 mg N L⁻¹ para 1,2 mg N L⁻¹.

Na primeira avaliação dos resultados da Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade (triênio anterior) já foi possível verificar concentrações elevadas de nitrato no Aquífero Bauru em áreas rurais para os poços de Luiziânia, Murutinga do Sul e Vista Alegre do Alto, associadas às atividades de criação de gado e cultivo de cana-de-açúcar e à presença de fossa séptica próxima ao ponto de monitoramento. Nesse triênio também ocorreram concentrações muito elevadas em Magda, associada à presença de fossa séptica.

7.3 Crômio

Em 1977, a ocorrência de crômio foi verificada nas águas subterrâneas do Aquífero Adamantina (Grupo Bauru), em concentrações que ultrapassam o padrão de potabilidade, em poços profundos do município de Urânia (ALMODOVAR, 2000). Posteriormente, foi constatado que concentrações anômalas do elemento ocorriam em outros municípios do noroeste paulista, localizados nos domínios das UGRHI 15 – Turvo/Grande, 16 – Tietê/Batalha, 18 – São José dos Dourados, 19 – Baixo Tietê, 20 – Aguapeí, 21 – Peixe e 22 – Pontal do Paranapanema. A sua quantificação em cerca de 50 municípios do oeste paulista, levou à realização de estudos conduzidos pelo Instituto de Geociências da USP quanto à origem do mesmo (BOUROTTE *et al.*, 2009).

A presença de crômio nas águas subterrâneas pode estar relacionada à contribuição de rochas, fontes naturais que o disponibilizam por meio de lixiviação dos minerais contendo crômio, principalmente cromita, e às atividades antrópicas relacionadas aos processos industriais: galvanoplastias, siderurgia, fundições, indústria do cimento e de pilhas e na fabricação de produtos químicos utilizados em pigmentos e curtumes.

Outras fontes antrópicas podem originar a contaminação por crômio: lixões, aterros sanitários e industriais, incineradores, fertilizantes fosfatados, assim como a disposição de resíduos industriais em solos agrícolas, como lodos gerados por curtumes, que constitui uma atividade industrial frequente e de grande abrangência na parte ocidental do estado de São Paulo. Portanto, em função da intensa atividade agrícola e presença de vários curtumes instalados há décadas nessa região deve-se avaliar todas as possíveis fontes de contaminação das águas subterrâneas por esse metal.

O crômio ocorre em diferentes estados de oxidação, variando de -2 até +6, mas nos ambientes naturais predominam os estados trivalente (Cr^{3+}), que apresenta pouca mobilidade nas águas subterrâneas e possui baixa toxicidade; e hexavalente (Cr^{6+}), com alta mobilidade e toxicidade (CALDER, 1988, apud BERTOLO *et al.*, 2009). Em ambientes de baixo Eh e pH predominantemente ácido, predominam espécies de Cr^{3+} como cátions Cr^{3+} , CrOH^{2+} , Cr(OH)_2^+ , Cr(OH)_3^0 e ânions Cr(OH)_4^- . Sob condições oxidantes (Eh elevado) e de pH predominantemente alcalino, as espécies de Cr^{6+} predominam como ânions nas formas HCrO_4^- e CrO_4^{2-} (BERTOLO *et al.*, 2009).

Os estudos de identificação da relação água-rocha e hidrogeoquímica do crômio na água subterrânea de poços em Urânia, realizados por Marcolan *et al.* (2008) e Bertolo *et al.* (2009), com amostragens contínuas de rocha para análises mineralógicas e químicas, e de amostras estratificadas de água subterrânea, indicaram a existência de dois fatores responsáveis pela presença do metal. O primeiro foi a presença do mineral diopsídio cromífero no arenito, com concentrações de cromo de 1.000 a 6.000 ppm. O segundo foi a estratificação hidroquímica do aquífero, com águas mais profundas apresentando pH anormalmente alcalino (superior a 10, variando de 8,5 a 10,7) e águas mais rasas com pH neutro a ligeiramente ácido. A presença de óxidos de manganês e carbonato de cálcio, que elevam o pH da água, favorecem as reações geoquímicas de passagem do crômio da fase sólida para a água, na forma de Cr^{3+} (diopsídio), seguida de reação de oxidação do mesmo para Cr^{6+} . Os elevados valores de pH também favorecem a dessorção e mobilização do íon Cr^{6+} para a água. As concentrações de crômio provavelmente estão associadas também a intensidade de bombeamento para captação de água.

Indivíduos que são expostos a elevadas concentrações de cromo podem sofrer efeitos agudos severos tais como distúrbios gastrointestinais, diátese hemorrágica e convulsões (WHO, 2003). O cromo hexavalente é a forma tóxica podendo afetar o sistema reprodutor além de ser considerado carcinogênico, enquanto que o cromo trivalente é pouco tóxico (ATSDR, 2012).

A Tabela 7.3.1 exibe a relação dos pontos monitorados pela Rede de Qualidade da CETESB que exibiram concentrações de cromo acima do padrão de potabilidade ($50 \mu\text{g L}^{-1}$), em pelo menos uma das campanhas realizadas no período 2004-2015. Observa-se que apenas o Aquífero Bauru apresenta desconformidade recorrente em comparação aos demais aquíferos do estado, cujas ocorrências são pontuais e incomuns. Na tabela estão elencados 23 poços de abastecimento distribuídos por oito UGRHI, estando localizados 43% na UGRHI 18 e 22% na UGRHI 21. Esses poços representam 26% do total monitorado (89) no Aquífero Bauru.

Tabela 7.3.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de cromo acima do valor máximo permitido ($50 \mu\text{g L}^{-1}$), no período de 2004 a 2015.

Aquífero	UGRHI	Município	Ponto CETESB	Amplitude de Variação do Crômio Total no Triênio ($\mu\text{g L}^{-1}$)			
				2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015
Bauru	9	Monte alto	BA 0072P	2 – 30	3 – 30	20 – 26	23,7 – 51
	15	Nova Granada	BA 0078P	30 – 40	20 – 50	29,6 – 53	36 – 54,1
		Palestina	BA 0265P	–	–	32,2 – 52	50,2 – 73,2
	16	Potirendaba	BA 0103P	20 – 90	4 – 80	22 – 76	39,5 – 98,5
	18	Aparecida do Oeste	BA 0007P	20 – 60	10 – 42	27,2 – 56,3	45,8 – 64
		Dirce Reis	BA 0026P	2 – 80	40 – 70	43,1 – 72,2	54,5 – 93,7
		Floreal	BA 0039P	20 – 80	24 – 40	29 – 44,8	desativado
		General Salgado	BA 0042P	50 – 80	20 – 102	desativado	–
		Guzolândia	BA 0293P	–	–	11,4 – 63,4	38,5 – 83,4
		Jales	BA 0059P	< 0,5 – 6	10 – 34	10 – 43,2	37,7 – 51,2
		Pontalinda	BA 0325P	–	–	–	67 – 85
		Santana da Ponte Pensa	BA 0277P	–	–	39 – 57	58,8 – 88,5
		São Francisco	BA 0291P	–	–	34,9 – 40	37,8 – 52,3
		São João das Duas Pontes	BA 0125P	60 – 80	40 – 63	48,9 – 81,5	65,9 – 83,7
	19	Sud Menucci	BA 0141P	30 – 60	30 – 50	41 – 65,8	54,2 – 78,4
	20	Salmourão	BA 0156P	2 – 50	30 – 37	33 – 48,4	37,9 – 52
		Valparaíso	BA 0149P	20 – 80	1 – 56	21 – 53	47,7 – 98,1
	21	Alfredo Marcondes	BA 0002P	70 – 90	50 – 75	64 – 94	74,9 – 108
		Álvares Machado	BA 0158P	60 – 90	40 – 70	59 – 71	66,7 – 89,7
		Caiaçu	BA 0022P	70 – 90	30 – 70	55 – 70,8	65,3 – 99,5
		Flórida Paulista	BA 0040P	2 – 80	40 – 65	35 – 62	13,9 – 66,6
		Mariápolis	BA 0066P	2 – 40	20 – 40	29 – 42	35,9 – 56,3
	22	Santo Anastácio	BA 0340P	–	–	–	29,2 – 65,4

Na tabela não foram incluídas as desconformidades identificadas no triênio 2001-2003, localizadas na UGRHI 15 (municípios de Catiguá e Uchoa) e UGRHI 18 (município de Nova Canaã Paulista), que nos períodos posteriores não apresentaram desconformidades. Em Nova Canaã Paulista foi observada a maior concentração ($390 \mu\text{g L}^{-1}$ – 1ª campanha de 2001) quando comparado à série histórica dos demais poços.

Em 2013-2015, novos poços apresentaram desconformidade, dois deles com início do monitoramento neste triênio (UGRHI 18 – município de Pontalinda; UGRHI 22 – Santo Anastácio) e quatro antigos (UGRHI 9 – Monte Alto; UGRHI 18 – São Francisco; UGRHI 20 – Salmourão; UGRHI 21 – Mariápolis).

Quanto à Rede de Qualidade e Quantidade operada em conjunto pela CETESB e DAEE, atualmente com 28 poços de monitoramento, não foram observadas ocorrências de desconformidade com relação ao padrão de potabilidade.

Cabe ressaltar que nessas UGRHIs o principal manancial utilizado no abastecimento público é o recurso hídrico subterrâneo, que deve ser tratado adequadamente antes da sua distribuição para a população. Como a remoção de crômio é onerosa, em alguns municípios onde ocorrem altas concentrações as concessionárias optaram por trazer água de municípios vizinhos, como é o caso de Urânia (CETESB, 2007).

Em função dos riscos à saúde humana, as concentrações de crômio na água captada devem ser monitoradas pelos usuários desse recurso, em especial aqueles que fazem uso das águas subterrâneas como solução alternativa de abastecimento.

7.4 Atividade estrogênica

A presença de contaminantes no meio ambiente é sem dúvida um motivo de preocupação, especialmente aqueles que podem afetar o sistema endócrino (hormonal) e interferir nos processos de desenvolvimento dos seres humanos e da fauna. Atualmente, tem se adotado o termo **interferentes endócrinos (IE)** para se referir a esses contaminantes, como forma de harmonizar as inúmeras denominações encontradas na literatura como por exemplo, EDCs (do inglês Endocrine Disrupting Chemicals), desreguladores endócrinos, estrogênios ambientais, entre outros.

Para a detecção desses interferentes endócrinos (IE), à luz do conhecimento atual, tem se utilizado biodetectores *in vitro* como BLYES, YES, ER CALUX®, entre outros. Esses biodetectores são reconhecidamente excelentes ferramentas bioanalíticas que baseiam-se na ação biológica em uma mistura complexa, em contraste com as análises químicas que detectam e quantificam as substâncias individualmente. Entretanto, para fins confirmatórios é essencial uma investigação mais detalhada com o uso de métodos cromatográficos para aquelas amostras que apresentam atividade elevada.

A avaliação da atividade estrogênica (um tipo de interferência endócrina) para fins de triagem (screening) tem sido usada em amostras de águas superficiais, subterrâneas e de abastecimento, com destaque para países como a Holanda e Inglaterra. Neste contexto, a CETESB, de forma pioneira, adotou no ano de 2011 o teste BLYES (BioLuminescent Yeast Estrogen Screen) no monitoramento das águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

Ainda não foram definidos valores considerados seguros para a atividade estrogênica em água subterrânea. Existem, porém, trabalhos científicos a fim de estabelecer valores de ação para proteção da saúde humana, com valores orientadores de 3,8 e 7 ng L⁻¹ expressos como equivalentes de estradiol (BRAND *et al.*, 2013; MENNES, 2004). Esses valores são usados para definir critérios de qualidade da água destinada ao consumo humano.

O monitoramento de alguns pontos de monitoramento das águas subterrâneas do Estado de São Paulo teve início em 2011. No triênio de 2013 a 2015 foram avaliados entre 64 e 75 locais de amostragem a cada semestre, incluindo todos os vinte e oito da Rede de Monitoramento Integrado da Qualidade e Quantidade. Os locais foram selecionados em função de sua maior vulnerabilidade com relação à possível presença de pesticidas.

Apenas Capão Bonito (PC238P) da Rede de Qualidade, e Luiziânia (BA5012Z) e Marília (BA5013Z) da Rede Integrada apresentaram atividade estrogênica detectável (0,55, 0,25 e 0,24 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol, respectivamente). A atividade nestes pontos ocorreu apenas no primeiro semestre de 2013 e não se repetiu nas demais campanhas realizadas no triênio.

O valor de atividade estrogênica mais elevado nestes locais foi 0,55 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol, equivalente a um sétimo do valor orientador para consumo humano (3,8 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol), indicando não haver riscos para a saúde humana na ingestão destas águas por longo prazo.

Os locais que apresentaram atividade estrogênica no triênio 2010-2012: Barretos (SG321P), Analândia (GU5002Z) e Murutinga do Sul (BA50076Z); respectivamente, com 0,19 ng L⁻¹, 0,38 ng L⁻¹ e 0,16 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol, continuaram sendo monitorados e não apresentaram atividade estrogênica no atual triênio.

Em função da sistemática ausência de atividade estrogênica nos pontos avaliados, no próximo triênio (2016-2018) serão avaliados novos locais frente a este parâmetro para continuidade dos estudos nas redes de monitoramento das águas subterrâneas.

7.5 Considerações Finais

O monitoramento realizado pela CETESB em sua Rede de Qualidade das Águas Subterrâneas continua identificando problemas locais e regionais que requerem atenção dos órgãos gestores de meio ambiente, recursos hídricos e saúde, das concessionárias e dos consumidores de água.

Embora tenha se verificado a diminuição das concentrações de nitrato no Sistema Aquífero Bauru, a vulnerabilidade desse sistema à contaminação por nitrato continua sendo destacada no monitoramento. Somam-se a esse fato as comunicações realizadas pelos órgãos gestores DAEE e Vigilância Sanitária sobre elevadas concentrações de nitrato em áreas urbanas, que comprometem o sistema de abastecimento de municípios e exigem soluções rápidas.

Ações no sentido de divulgar e discutir essas questões têm sido realizadas pelos órgãos gestores, em conjunto com a comunidade científica.

Em 25 de abril de 2013, foi realizado o Seminário "Nitrato nas Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Desafios frente ao Panorama Atual", no município de Bauru, e como conclusão das discussões foi

elaborada a “Carta de Bauru sobre a ocorrência de nitrato em águas subterrâneas”. Nessa carta, além do alerta às autoridades em geral sobre o problema, foram sistematizadas as recomendações para enfrentamento dessa questão. São elas:

- definição de políticas públicas para incentivo de pesquisas mais aprofundadas; intensificação da fiscalização pelo poder público estadual e municipal para identificação de áreas contaminadas e possíveis fontes de poluição;
- realização de campanhas de conscientização pública das causas dessa contaminação e riscos à saúde pelo consumo da água contaminada e, de orientação sobre boas práticas de construção e manutenção de sistemas de saneamento “in situ” nas zonas periurbanas e rurais;
- integração dos dados de qualidade das águas subterrâneas das diversas instituições estaduais e municipais que coletam essas informações sistematicamente para compor diagnóstico do estado; e
- adoção de medidas de proteção das áreas de recarga dos aquíferos, perímetros de proteção de poços e áreas reservadas a campos de poços para abastecimento público como instrumentos de planejamento dos municípios.

Em dezembro de 2014, a Câmara Técnica de Águas Subterrâneas encaminhou um documento ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH, estimulando o debate sobre a proposta de concessão de outorga de uso da água subterrânea com concentrações de nitrato acima do padrão de potabilidade para outras finalidades que não seja o consumo humano e, também, a possibilidade de outorga para essa finalidade mediante apresentação de um projeto de tratamento da água a ser utilizada.

Os estudos realizados pelo Instituto Geológico (VARNIER *et al.*, 2009 e 2010; VARNIER, 2012) apontaram para uma correlação entre padrões de ocupação urbana e concentrações de nitrato nas águas subterrâneas, o que permitiu a definição de metodologia com intento de identificar áreas com maior potencial de contaminação para averiguação mais detalhada. Seguindo essa tendência, foi aprovado pelo CORHI (CRH) o financiamento do estudo “Delimitação das zonas potenciais à contaminação por nitrato nas águas subterrâneas dos Sistemas Aquíferos Bauru e Guarani no Estado de São Paulo” com recursos do FEHIDRO, o qual se encontra em execução.

A presença de crômio em concentrações acima do padrão de potabilidade no Aquífero Bauru, fato largamente conhecido, foi ampliada nesse último triênio, período de destacada estiagem no estado. Esse é um problema que também onera os sistemas públicos de abastecimento de água, cujos departamentos ou empresas de águas são obrigados a adotar medidas complementares para adequação da qualidade da água distribuída para a população; como, por exemplo, o tratamento da água, adotado em sistema isolado de distribuição de água do município de São José do Rio Preto.

As desconformidades dos parâmetros microbiológicos, verificadas sistematicamente em todas as UGRHs, podem estar associadas tanto aos sistemas de tratamento de esgotos nas áreas próximas aos pontos monitorados como à deficiência sanitária dos perímetros de proteção dos poços, e mesmo à manutenção dos poços. Além disso, observa-se que os poços estão instalados em áreas adensadas e que, na maioria dos casos, não são adotados os perímetros de alerta (artigo 25 do Decreto Estadual 32.955/91), que objetivam prevenir a contaminação das águas captadas.

Como estratégia para superar essa lacuna, o projeto “Delimitação de perímetros de alerta dos poços de abastecimento público no Sistema Aquífero Bauru”, executado pelo Instituto Geológico e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IG; IPT, 2015) contempla resultados importantes para subsidiar as ações do poder público municipal e das empresas de água, no tocante ao planejamento municipal de uso e ocupação de solo e à manutenção periódica dos poços. No estudo são identificados: as áreas resultantes do cálculo do perímetro de alerta de 732 poços localizados em duzentos municípios de até 20 mil habitantes; os problemas verificados na proteção sanitária desses poços; as recomendações de implantação e manutenção dos perímetros de proteção sanitária e de alerta; e as restrições à implantação de atividades com elevado potencial poluidor dentro do perímetro de alerta.

Além da definição dos perímetros de alerta e regras de uso e ocupação visando proteger a área de potenciais fontes de poluição, recomenda-se que os órgãos responsáveis pelos sistemas de abastecimento público adotem outras medidas para a prevenção à poluição, estabelecendo, por exemplo, áreas protegidas destinadas especificamente à captação das águas subterrâneas com a instalação de poços ou conjunto de poços tubulares para abastecimento público (CARTA DE BAURU..., 2013).

Aos usuários de soluções alternativas de abastecimento, mantém-se a recomendação de monitoramento sistemático das águas, considerando no mínimo os parâmetros desconformes apontados nesse relatório e aqueles potenciais contaminantes, cuja ocorrência na região de instalação dos poços é conhecida, de modo a garantir a proteção de sua saúde.

O monitoramento é instrumento importante na avaliação da qualidade das águas subterrâneas. Ao longo dos anos o número de poços monitorados vem se ampliando. Nos próximos dois anos haverá a ampliação da Rede Integrada DAEE e CETESB, com a construção de cinquenta novos poços, permitindo a avaliação conjunta dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas subterrâneas.

A atuação das Agências de Água e Comitês de Bacias Hidrográficas é fundamental para melhorar o diagnóstico da qualidade das águas, por meio da realização de estudos e monitoramentos específicos. Além disso, torna-se necessária a integração das informações obtidas pelas concessionárias e órgãos municipais responsáveis pelo abastecimento público de água, soluções alternativas e os órgãos gestores DAEE, CETESB e Vigilância Sanitária.

Referências

ALMODOVAR, M.L.M. **A origem natural da poluição por cromo no aquífero Adamantina, município de Urânia (SP)**. 2000. 199 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-12022015-143410/es.php>>. Acesso em: maio 2016.

ABNT. **NBR 12.212**: poço tubular: projeto de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT. **NBR 12.244**: poço tubular: construção de poço para captação de água subterrânea. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.

ATSDR. **Toxicological profile for chromium**. Atlanta, Georgia, 2012. 592 p. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf>>. Acesso em: maio 2016.

BARBOUR, E. D. A. et al. Metodologia para o estabelecimento de valores de referência de qualidade para águas subterrâneas. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 20, 2006. Suplemento: Livro de resumos. Trabalho apresentado ao 14º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Curitiba, 2006. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23053>>. Acesso em: maio 2016.

BARISON, M. R. **Estudo hidrogeoquímico da porção meridional do sistema aquífero Bauru no estado de São Paulo**. 2003. 153 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/102904>>. Acesso em: maio 2016.

BERTOLO, R.A.; MARCOLAN, L.N.O., BOUROTTE, C.L.M. Relações água-rocha e a hidrogeoquímica do cromo na água subterrânea de poços de monitoramento multiníveis de Urânia, SP, Brasil. **Revista do Instituto de Geociências – USP**: Geologia USP, Série Científica, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 47-62, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27463>>. Acesso em: maio 2016.

BRAND, W. et al. Trigger values for investigation of hormonal activity in drinking water and its sources using CALUX bioassays. **Environmental International**: a journal of environmental ..., v. 55, p. 109–118, May 2013.

BRASIL. CNRH. Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002. Estabelece as diretrizes para inserção das águas subterrâneas no instrumento Planos de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 139, n. 127, 4 jul. 2002. Seção 1, p. 80. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=04/07/2002&jornal=1&pagina=80>>. Acesso em: maio 2016.

_____. CONAMA. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 145, n. 66, 7 abr. 2008. Seção 1, p. 66-68. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/04/2008&jornal=1&pagina=66>>. Acesso em: maio 2016.

_____. CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 146, n. 249, 30 dez. 2009. Seção 1, p. 81-84. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/12/2009&jornal=1&pagina=81>>. Acesso em: maio 2016.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 139, n. 1-E, 2 jan. 2001, Seção 1, p. 19-23. Republicada no DO, v. 139, n. 38-E, 22 fev. 2001. Seção 1, p. 39. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/01/2001&jornal=1&pagina=19&totalArquivos=92>>, <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=22/02/2001&jornal=1&pagina=39>>. Acesso em: maio 2016.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004, Seção 1, p. 266-270. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/03/2004&jornal=1&pagina=266>>. Acesso em: maio 2016.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 148, n. 239, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=14/12/2011&jornal=1&pagina=39>>. Acesso em: maio 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno setorial de recursos hídricos: saneamento**. Brasília, 2006. 68 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao23022011031657.pdf>. Acesso em: maio 2016.

CASAGRANDE, L. A. R. **Ocorrência de nitrato em nas águas subterrâneas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Tietê-Jacaré**. 2009. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5001>. Acesso em: maio 2016.

CAMPOS, H. C. N. S. **Caracterização e cartografia das províncias hidrogeoquímicas do estado de São Paulo**. 1993. 181 f. Tese (Doutorado em geoquímica e geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-02092013-101042/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2016.

Carta de Bauru sobre a ocorrência de nitrato em águas subterrâneas. Bauru, 2013. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7394/carta-de-bauru-sobre-ocorrencia-nitrato-aguas-subterraneas.pdf>. Acesso em: maio 2016.

CETESB. **Proposta para monitoramento da qualidade das águas subterrâneas: bacia sedimentar de Taubaté**. São Paulo, [1979?]. 30 p.

_____. **Poluição das águas subterrâneas no estado de São Paulo: estudo preliminar**. São Paulo, 1977. 88 p.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 1994**. São Paulo, 1996. 90 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 1997**. São Paulo, 1998. 106 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 1998-2000**. São Paulo, 2001. 96 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo**. São Paulo, 2001a. 245 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2001-2003**. São Paulo, 2004. 211 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

_____. Decisão de Diretoria nº 045-2014-E/C/I, de 20 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre a aprovação dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo 2014, em substituição aos valores orientadores de 2005, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, v. 124, n. 36, 21 de fev. 2014. Seção 1, p. 53. Disponível em: <https://www.imprensaoficial.com.br/DO/BuscaDO2001Documento_11_4.aspx?link=/2014/executivo%2520secao%2520i/fevereiro/21/pag_0053_AQ9448JS4VBDIe1KOELIC1L4BSV.pdf&pagina=53&data=21/02/2014&caderno=Executivo%20I&paginaordenacao=100053>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2004-2006**. São Paulo, 2007. 197 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2007-2009**. São Paulo, 2010. 258 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2010-2012**. São Paulo, 2013. 242 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: maio 2016.

DAEE. et al. **Mapa de águas subterrâneas do estado de São Paulo**. São Paulo, 2005. 119 p. + 1 mapa + 1 CD. Escala 1:1.000.000. Nota explicativa disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/images/documentos/MAPA_AS.pdf>. Acesso em: maio 2016.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3.ed. Fortaleza: CPRM, 2008. 812 p.

FOSTER, S. et al. **Groundwater quality protection: a guide for water utilities, municipal authorities and environmental agencies**. Washington, D.C: World Bank, 2002. 103 p. Disponível em: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSPContentServer/WDSP/IB/2009/01/12/000334955_20090112025904/Rendered/PDF/250710PUB00BOX334116B01PUBLIC1.pdf>. Acesso em: maio 2016.

FRANK, H. T. et al. Contaminação de flúor dos aquíferos da bacia do Paraná derivada da desgaseificação de intrusivas da formação serra geral: nova hipótese. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 21, 2007. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 15º Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e 1º Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste, Gramado, RS, 2007. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22197>>. Acesso em: maio 2016.

GIAFFERIS, G. P.; OLIVEIRA, E. L. Investigação da qualidade das águas subterrâneas do município de Bauru. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 20, 2006. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 14º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Curitiba, 2006. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23047>>. Acesso em: maio 2016.

GODOY, M.T.F. et al. Contaminação das águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente - SP, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 18, 2004. Suplemento: Anais. Trabalho apresentado ao 13º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá, 2004. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23419>>. Acesso em: maio 2016.

HYPOLITO, R.; EZAKI, S.; PÉREZ-AGUILAR, A. Fluoreto nas águas subterrâneas dos aquíferos Tubarão e Cristalino, região de Salto-Indaiatuba (SP). **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 63, n.4, p. 715-726, out./dez., 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672010000400018&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: maio 2016.

IBGE. **Estimativas populacionais para os municípios e para as unidades da federação brasileiros em 01.07. 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

_____. **São Paulo: PNAD 2014 - População e domicílios - Síntese de indicadores**. Brasília, 2014. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sp&tema=pnad_2014 >. Acesso em: 16 mai. 2016.

IG-INSTITUTO GEOLÓGICO; IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Delimitação de perímetros de proteção de poços de abastecimento público no Sistema Aquífero Bauru**. São Paulo, 2015. Produto Final. Empreendimento 2012-CORHI-132. (Relatório).

IRITANI, M. A.; EZAKI, Sibeles. **Roteiro orientativo para delimitação de área de proteção de poço**. 2.ed. São Paulo: SMA/IG, 2012. (Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos, n. 2. Disponível em: <<http://www.comitetg.sp.gov.br/cbhtg/11-novidades/131-evento-para-divulgacao-de-projeto-fehidro-perimetro-de-protecao-de-pocos>>. Acesso em: maio 2016.

JADOSKI, S.O. et al. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, PR, v. 3, n. 1, p. 193-200, jan.- abr. 2010. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1008>>. Acesso em: maio 2016.

LOPES JUNIOR, I. **Projeto Mogi-Guaçu / Pardo**: levantamento geoquímico das bacias dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, SP. São Paulo: CPRM: SMA, 2001. 85 p. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/5152?show=full>>. Acesso em: maio 2016.

MARCOLAN, L.N.O.; BOUROTTE, C.L.M.; BERTOLO, R.A. Estratificação das concentrações de cromo hexavalente nas águas subterrâneas do Aquífero Adamantina, Município de Urânia, SP, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 22, 2008. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 15º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal, RN, 2008. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23697>>. Acesso em: maio 2016.

MENNES, W. Assessment of human health risks for oestrogenic activity detected in water samples, using the ER-CALUX assay. **Memo**. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands, 2004.

MODESTO, R.P. et al. Evolução das concentrações de nitrato no Sistema Aquífero Bauru no estado de São Paulo - 1992 a 2007. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 23, 2009. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 1º Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22015>>. Acesso em: maio 2016.

MOURA C.C.de et al. Avaliação das concentrações de nitrato no aquífero Bauru em áreas rurais. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 27, 2013. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 3º Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27471>>. Acesso em: maio 2016.

MOURA C.C.de **Ocorrência de nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru em áreas rurais**. 2014. 344 p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/123820>>. Acesso em: maio 2016.

MOURA C.C. de et al. Concentrações de nitrato nas águas subterrâneas em áreas rurais do município de São José do rio Preto (SP). **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 268-284, 2015. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27980>>. Acesso em: maio 2016.

PERRONI, J. C. A. et al. Ocorrências de fluoreto nos aquíferos da bacia do Paraná no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., 1985, São Paulo. **Atas...** São Paulo, SP: SBG, 1985. v. 2, p. 503-514.

SANSEVERINO et al. Use of *Saccharomyces cerevisiae* BLYES expressing bacterial bioluminescence for rapid, sensitive detection of estrogenic compounds. **Appl. Environ. Microbiology**, v. 71, n. 8, p. 4455-4460, Aug. 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1183329/>>. Acesso em: maio 2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. IG; Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. DAEE. **Projeto São José do Rio Preto**: restrição e controle do uso de água subterrânea. São Paulo, 2011. 140 p. (Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos, n. 4). Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/SJRP.pdf>>. Acesso em: maio 2016.

_____. Secretaria de Saneamento e Secretaria de Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Relatório de situação dos recursos hídricos no estado de São Paulo**: ano base 2009. São Paulo, 2011. 208 p. Título no documento: Situação dos recursos hídricos no estado de São Paulo: ano base 2009. Disponível em: <http://143.107.108.83/sigrh/basecon/RelatorioSituacao2011/Relatorio_Situacao_2011.pdf>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Lei nº 118, de 29 de junho de 1973**. Autoriza a Constituição de uma sociedade por ações, sob denominação de CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas, e dá providências correlatas. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=29158>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976**. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=62153>>. Acesso em: maio 2016.

_____. Lei nº 13.542, de 8 de maio de 2009. Altera a denominação da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e dá nova redação aos artigos 2º e 10 da Lei nº 118, de 29 de junho de 1973. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, v. 119, n. 85, 9 maio 2009. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20090509&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Lei nº 13.577, de 08 de julho de 2009**. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13577-08.07.2009.html>>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988**. Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, v. 98, n. 101, 3 jun. 1988. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=19880603&Caderno=Poder%20Executivo&NumeroPagina=1>>. Acesso em: maio 2016.

VARNIER, C; GUERRA, S. P.; HIRATA, R. Metodologia de avaliação dos padrões de ocupação urbana e contaminação por nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, Centro-Oeste do estado de São Paulo. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 23, 2009. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 1º Congresso Internacional do Meio Ambiente Subterrâneo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22088>>. Acesso em: maio 2016.

VARNIER, C. et al. Nitrato nas águas subterrâneas do sistema aquífero Bauru, área urbana do município de Marília (SP). **Rev. Inst. Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1/22, p. 1-21, 2010. Disponível em: <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-929X2010000100001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: maio 2016.

VARNIER, C. Padrões de Ocupação Urbana e Contaminação por Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, Centro-Oeste do Estado de São Paulo. **Relatório Científico Final**. Fapesp, São Paulo, 2012. p. 22.

WHO. **Chromium in drinking-water**: background document for preparation of WHO guidelines for drinking-water quality. Geneva, 2003. 13 p. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/chromium.pdf>. Acesso em: maio 2016.

_____. **Guidelines for drinking-water quality**. 4th ed. Geneva, 2011. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/en/>. Acesso em: maio 2016.

Anexos

Anexo 1 – Substâncias Orgânicas Voláteis Monitoradas

Tabela A1.1 – Pontos monitorados para os parâmetros de compostos orgânicos voláteis – VOC.

Município	Ponto CETESB	Sistema Aquífero	UGRHI
Biritiba-Mirim	PC0234P	Pré-Cambriano	6
Cajamar	PC0209P	Pré-Cambriano	6
Cajamar	PC0295P	Pré-Cambriano	6
Cotia	PC0171P	Pré-Cambriano	6
Embu	PC0163P	Pré-Cambriano	6
Embu	PC0180N	Pré-Cambriano	6
Embu-Guaçu	PC0184P	Pré-Cambriano	6
Guarulhos	SP0169P	São Paulo	6
Guarulhos	SP0170P	São Paulo	6
Guarulhos	SP0187P	São Paulo	6
Guarulhos	SP0208P	São Paulo	6
Guarulhos	SP0351P	São Paulo	6
Itapeberica da Serra	PC0174N	Pré-Cambriano	6
Lorena	TA0198P	Taubaté	2
Mairiporã	PC0254P	Pré-Cambriano	6
Moji das Cruzes	PC0173P	Pré-Cambriano	6
Paulínia	SG0199N	Serra Geral	5
Pirapora do Bom Jesus	PC0290P	Pré-Cambriano	6
Poá	PC0178P	Pré-Cambriano	6
Rio Grande da Serra	PC0192N	Pré-Cambriano	6
Salesópolis	PC0274P	Pré-Cambriano	6
Santo André	PC0193N	Pré-Cambriano	6
São Bernardo do Campo	PC0299P	Pré-Cambriano	6
São Bernardo do Campo	PC0300P	Pré-Cambriano	6
São Bernardo do Campo	PC0301P	Pré-Cambriano	6
São Paulo	PC0162P	Pré-Cambriano	6
São Paulo	PC0183P	Pré-Cambriano	6
São Paulo	PC0214P	Pré-Cambriano	6
São Paulo	PC0323N	Pré-Cambriano	6
São Paulo	PC0349P	Pré-Cambriano	6

Tabela A1.2 – Limites de quantificação praticados no triênio 2013-2015.

Parâmetro	Limites de Quantificação (µg L ⁻¹)			Parâmetro	Limites de Quantificação (µg L ⁻¹)		
1,1,1,2-Tetracloroetano	1	2,5		Bromodichlorometano	1	2,5	
1,1,1-Tricloroetano	1	2,5		Bromofórmio	1	2,5	10
1,1,2,2-Tetracloroetano	1	2,5		cis-1,2-Dicloroetano	1	2,5	
1,1,2-Tricloroetano	2	2,5	10	Cloreto de Metileno	1	2,5	
1,1-Dicloro-1-Propeno	1	2,5		Cloreto de Vinila	1	2,5	
1,1-Dicloroetano	1	2,5		Clorobenzeno	1	2,5	
1,1-Dicloroetano	1	5		Clorofórmio	1	2,5	
1,2,3-Triclorobenzeno	1	2,5		Dibromoclorometano	1	2,5	
1,2,3-Tricloropropano	1	2,5	10	Dibromometano	1	2,5	10
1,2,4-Triclorobenzeno	1	3,5	5	Estireno	1	2,5	5
1,2,4-Trimetilbenzeno	1	2,5		Etilbenzeno	1	2,5	
1,2-Dibromoetano	1	2,5	10	Hexaclorobutadieno	1	4	5
1,2-Diclorobenzeno	1	2,5		Isopropilbenzeno	1	2,5	
1,2-Diclorobenzeno	1	4	5	m,p-Xileno	1	5	
1,2-Dicloropropano	1	2,5		n-Butilbenzeno	1	2,5	
1,3,5-Triclorobenzeno	1	2,5		n-Propilbenzeno	1	2,5	
1,3,5-Trimetilbenzeno	1	2,5		o-Xileno	1	2,5	
1,3-Diclorobenzeno	1	2,5		p-Isopropiltolueno	1	2,5	
1,3-Dicloropropano	1	2,5		sec-Butilbenzeno	1	2,5	
1,4-Diclorobenzeno	1	2,5		terc-Butilbenzeno	1	2,5	
1-Cloro-2-Metilbenzeno	1	2,5		Tetracloroeto de Carbono	1	2	
1-Cloro-4-Metilbenzeno	1	2,5		Tetracloroetano	1	2,5	
Benzeno	1	2,5		Tolueno	1	2	
Bromobenzeno	1	2,5		trans-1,2-Dicloroetano	1	2,5	
Bromoclorometano	1	2,5	10	Tricloroetano	1	2,5	

Anexo 2 – Agrotóxicos Monitorados e Atividade Estrogênica

Tabela A2.1 – Agrotóxicos monitorados e Atividade Estrogênica nos pontos da Rede de Qualidade das Águas Subterrâneas. (continua)

Município	Ponto CETESB	Sistema Aquífero	UGRHI	Amostragem					
				1ª/2013	2ª/2013	1ª/2014	2ª/2014	1ª/2015	2ª/2015
Amparo	PC0298P	Pré-Cambriano	5	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Apiáí	PC0228P	Pré-Cambriano	11	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Arealva	GU229P	Guarani	13	--	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Auriflama	SG0303P	Serra Geral	19	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Barretos	SG0231P	Serra Geral	12	f	f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Bauru	GU0013P	Guarani	13	f	f	f	f	f	f
Bebedouro	BA0233P	Bauru	12	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Boracéia	SG0015P	Serra Geral	13	f	f	f	f	f	f
Brejo Alegre	SG0305P	Serra Geral	19	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Buritizal	GU0019P	Guarani	8	f	f	f	f	f	f
Cajati	PC0237P	Pré-Cambriano	11	--	--	f	f	f	f
Cajobi	BA0023P	Bauru	15	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	f
Capão Bonito	PC0238P	Pré-Cambriano	14	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Colômbia	SG0029P	Serra Geral	12	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Cruzália	SG0239P	Serra Geral	17	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Dourado	SG0033P	Serra Geral	13	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Flórida Paulista	BA0040P	Bauru	21	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Guaíra	GU0245P	Guarani	8	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Guapiara	PC0318P	Pré-Cambriano	14	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Guzolândia	BA0293P	Bauru	18	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Ibirá	SG0294P	Serra Geral	16	--	f	--	--	--	--
Indiaporã	BA0051P	Bauru	15	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Macatuba	GU0064P	Guarani	13	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Maracáí	SG0256P	Serra Geral	17	f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Mariápolis	BA0066P	Bauru	21	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Matão	GU0068P	Guarani	16	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Miracatu	PC0257P	Pré-Cambriano	11	--	b, c, d, e	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e	b, c, d, e, f
Monte Alegre do Sul	PC0321P	Pré-Cambriano	5	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Murutinga do Sul	BA0076P	Bauru	19	a, b, c, d, e	f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Nantes	SG0261P	Serra Geral	22	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Paulínia	SG0199N	Serra Geral	5	f	f	f	f	f	f
Pederneiras	GU0287P	Guarani	13	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f

Tabela A2.1 – Agrotóxicos Monitorados e Atividade Estrogênica nos pontos da Rede de Qualidade das Águas Subterrâneas. (conclusão)

Município	Ponto CETESB	Sistema Aquífero	UGRHI	Amostragem					
				1ª/2013	2ª/2013	1ª/2014	2ª/2014	1ª/2015	2ª/2015
Pedra Bela	PC0094P	Pré-Cambriano	5	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Piedade	PC0099P	Pré-Cambriano	10	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Pirassununga	TU0267P	Tubarão	9	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Platina	SG0268P	Serra Geral	17	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Pontalinda	BA0325P	Bauru	18	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Quatá	BA0107P	Bauru	21	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Rancharia	BA0108P	Bauru	17	a, b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Registro	PC0319P	Pré-Cambriano	11	--	b, c, d, e	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e	b, c, d, e, f
Rincão	GU0115P	Guarani	9	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Sagres	BA0117P	Bauru	21	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Sales de Oliveira	SG0119P	Serra Geral	4	f	f	f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Sales de Oliveira	GU0118P	Guarani	4	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	--	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Santa Lúcia	GU0122P	Guarani	9	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Terra Roxa	SG0285P	Serra Geral	12	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Tuiuti	PC0145P	Pré-Cambriano	5	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f	f	f
Tupã	BA0146P	Bauru	20	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f
Valparaíso	BA0149P	Bauru	20	a, b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f

a Herbicidas Fenoxiácidos Clororados (2,4D; 2,4T; 2,4,5TP; Bentazona)

b Herbicidas triazinas (Ametrina; Atrazina; Simazina)

c Outros Herbicidas (Metolaclo; Molinato; Pendimetalina; Propanil)

d Pesticidas organoclorados

e Pesticidas organofosforados (clorpirofos, Demeton O e S, Gution, Malation, Paration) + Paration metílico (2ª/2013)+ Profenos, Terbufos (2014)

f Atividade Estrogênica

-- Análises não realizadas

Tabela A2.2 – Agrotóxicos Monitorados e Atividade Estrogênica nos pontos da Rede Integrada Qualidade-Quantidade.

Município	Ponto CETESB	Sistema Aquífero	UGRHI	Amostragem					
				1ª/2013	2ª/2013	1ª/2014	2ª/2014	1ª/2015	2ª/2015
Adamantina	Z5001BA	Bauru	21	f	f	f	f	f	f
Analândia	Z5002GU	Guarani	5	f	f	b, c, d, e, f	f	f	f
Avaí	Z5022BA	Bauru	16	--	--	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f
Barretos	Z5003BA	Bauru	12	f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f
Bilac	Z5004BA	Bauru	19	f	f	f	f	f	f
Brotas	Z5005GU	Guarani	13	f	f	b, c, d, e, f	f	f	f
Descalvado	Z5006GU	Guarani	9	f	f	b, c, d, e, f	f	f	f
Gália	Z5007BA	Bauru	17	f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	f
Guaimbé	Z5007BA	Bauru	17	f	f	f	f	f	f
Guarani d' Oeste	Z5009BA	Bauru	15	f	f	f	f	f	f
Guzolândia	Z5010BA	Bauru	18	f	f	f	f	f	f
Ibitinga	Z5024BA	Bauru	13	--	--	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f
Indiana	Z5011BA	Bauru	21	f	f	--	f	f	f
Luiziânia	Z5012BA	Bauru	20	f	f	f	f	--	f
Magda - Fazenda São Francisco - SP	Z5025BA	Bauru	18	--	--	--	--	--	f
Marília	Z5013BA	Bauru	21	f	f	--	f	f	f
Mirassolândia	Z5014BA	Bauru	15	f	f	f	f	f	f
Murutinga do Sul	Z5015BA	Bauru	19	f	f	f	f	f	f
Pontalinda - Sítio São Sebastião - SP	Z5027BA	Bauru	18	--	--	--	--	--	f
Presidente Prudente	Z5016BA	Bauru	22	f	f	--	--	--	f
Reginópolis	Z5028BA	Bauru	16	--	--	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f
Ribeirão Bonito	Z5017GU	Guarani	13	f	f	b, c, d, e, f	f	f	f
Santa Maria da Serra	Z5018GU	Guarani	5	f	f	b, c, d, e, f	f	f	f
São Pedro do Turvo	Z5020BA	Bauru	17	f	f	--	f	f	f
Sta. Rita Passa Quatro	Z5019GU	Guarani	9	f	f	b, c, d, e, f	f	f	f
Vista Alegre do Alto	Z5021BA	Bauru	15	f	f	b, c, d, e, f	b, c, d, e, f	f	b, c, d, e, f
Votuporanga - Estância Juliana - SP	Z5029BA	Bauru	18	--	--	--	--	--	f

a Herbicidas Fenoxiácidos Clororados (2,4D; 2,4T; 2,4,5TP; Bentazona)

b Herbicidas triazinas (Ametrina; Atrazina; Simazina)

c Outros Herbicidas (Metolacoloro; Molinato; Pendimetalina; Propanil)

d Pesticidas organoclorados

e Pesticidas organofosforados (clorpirofos, Demeton O e S, Gution, Malation, Paration) + Paration metílico (a partir da 2ª/2013)+ Profenos, Terbufos (a partir de 2014)

f Atividade Estrogênica

-- Análises não realizadas

Anexo 3 – Metodologias Analíticas

Tabela A3.1 – Metodologias analíticas utilizadas no monitoramento de qualidade de água subterrânea (continua).

Parâmetro	Unidade	Métodos Analíticos
Coleta e preservação de amostras	-	Seção 1060 ^(a)
pH	UpH	Peagâmetro Método 4500 ^(a)
Temperatura	°C	Seção 2550 ^(a)
Condutividade Elétrica	mS cm ⁻¹	Seção 2510B ^(a)
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	Método 2540 D ^(a) gravimetria. Sólidos Dissolvidos a 103-105°C Método ABNT NBR ^(b) 10664 Gravimetria
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	Método 2540 B ^(a) gravimetria. Sólidos totais a 103-105°C Método ABNT NBR ^(b) 10664 Gravimetria
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 2340B ^(a)
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 2320 ^(a) Potenciometria com eletrodo combinado
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 2320 ^(a) Potenciometria com eletrodo combinado
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 2320 ^(a) Potenciometria com eletrodo combinado
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	Método 5310, item B ^(a) . Método de combustão - infra vermelho.
Alumínio Total	mg Al L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Arsênio Total	mg As L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Bário Total	mg Ba L ⁻¹	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B ^(a) Método 6010C ^(c)
Berílio Total	mg Be L ⁻¹	Método 6010C ^(c)
Boro	mg B L ⁻¹	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B ^(a) Método 6010C ^(c)
Cádmio Total	mg Cd L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Cálcio Total	mg Ca L ⁻¹	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B ^(a) Método 6010C ^(c)
Chumbo Total	mg Pb L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Cloreto Total	mg Cl L ⁻¹	Método 4500-Cl, Ítem G ^(a) Colorimetria automática com tiocianato de mercúrio Método 4110C ^(a) Cromatografia Iônica
Cobre	mg Cu L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Crômio Total	mg Cr L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Estanho Total	mg Sn L ⁻¹	Método 6010C ^(c)
Estrôncio Total	mg Sr L ⁻¹	Método 6010C ^(c)
Ferro Total	mg Fe L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Fluoreto Total	mg F L ⁻¹	Método 4500-F, itens B e C ^(a) Potenciometria com eletrodo íon seletivo Método 4110C ^(a) Cromatografia Iônica
Lítio Total	mg Li L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Magnésio Total	mg Mg L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)

Tabela A3.1 – Metodologias analíticas utilizadas no monitoramento de qualidade de água subterrânea (conclusão).

Parâmetro	Unidade	Métodos Analíticos
Manganês Total	mg Mn L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Mercúrio Total	mg Hg L ⁻¹	Método 3112 ^(a) Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio
Níquel	mg Ni L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Lítio	mg N L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	ISO 1173 ^(d) Colorimetria automática com ácido dicloro isocianídrico Métodos 4500 NH3 B e 4110 B ^(a) Destilação e cromatografia iônica Métodos 4500 NH3 F ^(a) NBR 10560C ^(d) Método do Fenato ISO 14911 ^(d) Cromatografia iônica
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	Método 4110C ^(a) Cromatografia iônica
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	Método 4110C ^(a) Cromatografia iônica
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg K L ⁻¹	ISO 11732 ^(c) e Método 4500 Norg, item b ^(a) Digestão ácida e determinação colorimétrica automática com ácido dicloro isocianídrico Métodos 4500 Norg e 4500 NH3 B e 4110 B ^(a) Digestão ácida, destilação e cromatografia iônica. ISO 14911 ^(c) Cromatografia iônica
Potássio Total	mg Na L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Sódio Total	mg SO ₄ L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Sulfato Total	mg Ti L ⁻¹	Método 4110 C ^(a) Cromatografia iônica. Método 4500 E ^(a)
Titânio Total	mg V L ⁻¹	Método 6010 C ^(c)
Vanádio	mg Zn L ⁻¹	Método 3120 B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010 C ^(c)
Zinco	UFC mL ⁻¹	Método 3120 B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010 C ^(c)
Bactérias Heterotróficas (Contagem Padrão)	P/A 100 mL ⁻¹	Seções 9215 B e 9223 B ^(a)
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	Seções 9215 B e 9223 B ^(a)
<i>Escherichia coli</i>	Pres/Ausente	Seções 9215 B e 9223 B ^(a)
Bacteriófagos F-específicos	UFP 100 mL ⁻¹	Método 1602 ^(c) - Determinação de bacteriófagos F-específicos e colifagos somáticos em amostras de água pela técnica de camada simples de agar, 2001.
Atividade estrogênica	ng eq. Estradiol L ⁻¹	Extração em fase sólida e atividade estrogênica por BLYES, de acordo com Sanseverino <i>et al.</i> , 2005.
Substâncias Orgânicas Voláteis	mg L ⁻¹	Método EPA 8260 C - Volatile Organics by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (CG/MS) Rev.3. - SW 846 - Test Methods for Evaluating Solid Waste, 1998 ^(c)
Herbicidas Fenoxiácidos Clorados	mg L ⁻¹	Método EPA-8151A Chlorinated Herbicides by Gas Chromatography Using Methylation or Pentafluorobenzoylation - SW 846 - 1998 ^(c)
Herbicidas Triazinas	mg L ⁻¹	Método EPA 8141B - Organophosphorus Compounds by Gas Chromatography Capillary Column Technique - Rev. 02 - SW 846 - 1998 ^(c)
Pesticidas Organoclorados	mg L ⁻¹	Método EPA 8081B Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography Rev.02 - SW 846 -1998 ^(c)
Pesticidas Organofosforados	mg L ⁻¹	Método EPA 8141B - Rev.02-Organophosphorus Compounds by Gas Chromatography Capillary Column Technique - SW 846 - 1998 ^(c)
Herbicidas Metolaclo; Molinato, Pendimetalina, Permetrina, Propanil	mg L ⁻¹	Método EPA 8141B - Rev.02-Organophosphorus Compounds by Gas Chromatography Capillary Column Technique - SW 846 - 1998 ^(c)

(a) 21ª ou 22ª Edições do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA AWWA WEF);

(b) Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR ABNT);

(c) United States Environmental Protection Agency (USEPA);

(d) International Standardization Organization (ISO).



CETESB



Sistema Ambiental Paulista



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

Secretaria do Meio Ambiente